

Н. В. Пароль
С. А. Кайдалов

Знакосинтезирующие индикаторы и их применение

Издательство «Радио и связь»



Основана в 1947 году
Выпуск 1122

Н. В. Пароль
С. А. Кайдалов

Знако-синтезирующие индикаторы и их применение



Москва
«Радио и связь» 1988

ББК 32.844
П 12
УДК 621.3.085.3(03)

Пароль Н. В., Кайдалов С. А.

П 12 Знакосинтезирующие индикаторы и их применение: Справочник. — М.: Радио и связь, 1988. — 128 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1122).

ISBN 5-256-00132-9

Содержит основные сведения о принципах работы, конструкциях, электрических, светотехнических параметрах и особенностях эксплуатации современных индикаторов, представляющих интерес для применения в радиолюбительской аппаратуре. Даны основные технические характеристики вакуумных люминесцентных, жидкокристаллических, полупроводниковых индикаторов и рекомендации по их применению.

Приведены справочные данные микросхем, используемых для управления современными индикаторами.

Для широкого круга радиолюбителей.

П $\frac{2403000000-128}{046(01)-88}$ КБ—27—14—87 ББК 32.844

Рецензент канд. техн. наук Н. И. Вуколов

Научно-популярное издание

ПАРОЛЬ НИКОЛАЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, КАЙДАЛОВ СЕРГЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩИЕ ИНДИКАТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова. Редактор издательства Т. В. Жукова.
Художник А. С. Дзуцев. Художественный редактор Н. С. Шеин.
Технические редакторы Т. Н. Зыкина, А. Н. Золотарева.
Корректор Л. А. Буданцева

ИБ № 1494

Сдано в набор 14.09.87 Подписано в печать 23.11.88
Т-21825 Формат 60×90 1/16 Бумага газетная Гарнитура литературная
Печать офсетная Усл. печ. л. 8,0 Усл. кр.-отт. 8,25 Уч.-изд. л. 9,42
Доп. тираж 200 000 экз. (1-й завод 1—100 000 экз. изд. «Прейскурантиздат»)
Изд. № 21764/2537 Зак. № 1501 Цена 70 к.
Издательство «Радио и связь». 101000, Москва, Почтамт, а/я 693

Набрано в Московской типографии № 5 ВГО «Союзучетиздат». 101000 Москва, ул. Кирова, д. 40

Отпечатано в тип. Прейскурантиздата. 125438, Москва, Пакгаузное шоссе, 1

ISBN 5-256-00132-9

ПРЕДИСЛОВИЕ

Известно, что 80% всей информации человек воспринимает органами зрения. Поэтому визуальному восприятию информации уделяется первостепенное внимание.

Развитие систем автоматического сбора и обработки информации, систем программного управления, телеметрии, вычислительной техники, контрольно-измерительной, регистрирующей аппаратуры и других устройств привело к созданию широкой номенклатуры различных типов приборов, воспроизводящих информацию в удобной для зрительного восприятия форме. Информация отображается в виде букв, цифр, графиков, символов и т. п.

Современные индикаторы должны обеспечивать уверенное считывание информации в условиях сильной и слабой освещенности, обладать высокой яркостью и контрастом, иметь высокую чувствительность к управляющим сигналам, малую потребляемую мощность, высокую долговечность и надежность.

Индикаторы должны работать в широком диапазоне температур окружающей среды, выдерживать воздействие различных механических нагрузок.

В радиоэлектронной аппаратуре большое распространение получили электронные индикаторы. Они представляют собой наиболее эффективный и перспективный класс приборов электронной техники, предназначенный для преобразования электрических сигналов в видимые изображения, создаваемые одним или совокупностью дискретных элементов. В основе принципов действия электронных индикаторов лежат различные физические явления и процессы; к числу наиболее распространенных следует отнести разнообразные оптические эффекты в жидких кристаллах, светоизлучающие процессы в полупроводниках, катодолюминесценцию, электролюминесценцию, процессы в газовом разряде.

В настоящее время радиолюбителями накоплен определенный опыт применения различных индикаторов для индикации состояний блоков аппаратуры, в измерительных приборах с цифровым отсчетом измеряемых величин, электронных часах, устройствах контроля уровня записи и воспроизведения в магнитофонах, электронных играх, световых табло и других устройствах. Области применения электронных индикаторов разнообразны и практически не ограничены.

Предлагаемый справочник содержит краткие сведения о принципах работы наиболее распространенных типов индикаторов — жидкокристаллических, вакуумных люминесцентных, полупроводниковых и некоторых других, их конструкциях, основных параметрах, особенностях применения. Эффективное управление электронными индикаторами осуществляется с помощью микросхем, поэтому здесь приведены справочные данные наиболее распространенных микросхем, применяемых в технике индикации.

Глава 1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОННЫХ ИНДИКАТОРАХ

Воспроизведение информации

Способы получения цифр, букв и других знаков разнообразны, однако все они должны удовлетворять требованиям, относящимся к геометрическим размерам, начертанию, освещенности, яркости (контрасту по отношению к фону), расположению в пространстве.

Скорость и точность опознания цифр зависят от их формы. Буквы и цифры, образованные прямыми линиями, опознаются быстрее и точнее знаков, для начертания которых использованы криволинейные элементы. Чем более сложную комбинацию прямолинейных и криволинейных элементов имеет цифра или буква, тем труднее она опознается.

Скорость и безошибочность считывания информации, воспроизводимой знакосинтезирующими индикаторами, определяется, в частности, яркостью свечения индикатора, расстоянием от индикатора до наблюдателя, внешней освещенностью. Для безошибочного считывания необходимо определенное сочетание перечисленных факторов, отклонения от которого ведут к появлению ошибок. Возможны ошибки, связанные с высвечиванием лишнего сегмента, не входящего в состав отображаемого знака, отсутствием свечения одного из сегментов, входящего в состав отображаемого знака, появлением «лишних» сегментов и одновременным отсутствием части сегментов.

Идентификация цифр и букв зависит от их размеров, внешней освещенности, величины контраста по отношению к фону. Так, например, при освещенности 20 ... 1000 лк белые знаки с относительно малым угловым размером 6 ... 9′ на темном фоне опознаются быстрее и точнее, чем темные знаки с большим угловым размером (35′) на белом фоне.

Определить удобный для наблюдения на больших расстояниях размер цифр и букв можно, пользуясь формулой $h=0{,}005D$, где h — высота цифры (буквы), мм; D — дистанция наблюдения, мм.

Воспроизводить десять арабских цифр можно с помощью пяти, шести, семи и более сегментных индикаторов, сегменты которых имеют прямолинейную и криволинейную конфигурацию. Применение пятисегментных индикаторов позволяет упростить коммутационное устройство управления, снизить потребляемую мощность. При одиночной ошибке в канале управления семисегментным индикатором, вызывающей погасание одного рабочего сегмента или зажигание одного нерабочего сегмента, может образоваться конфигурация, отображающая неправильный символ. Использование девятисегментных индикаторов увеличивает достоверность за счет наглядности обнаружения одиночной ошибки, возникающей при погасании «нужного» или высвечивания «лишнего» сегмента.

Основные параметры индикаторов

Яркость определяется силой света, излучаемой единицей поверхности. Человеческий глаз воспринимает очень широкий диапазон яркости — от 10^{-6} до 10^{6} кд/м². Яркость свечения экрана телевизионного приемника составляет, например, 100 ... 130 кд/м². Однако чувствительность глаза при изменениях уровня яркости не остается постоянной. Как высокий, так и низкий уровни яркости утомляют наблюдателя. Яркость свечения отдельных элементов изображения, создаваемого индикатором, должна быть по возможности одинакова, что по различным причинам не всегда удается реализовать. Поэтому в справочных данных индикаторов обычно указывают допустимую неравномерность свечения элементов изображения. Интересно, что глаз плохо чувствует неравномерность свечения больших площадей, если эта неравномерность не «бросается в глаза». Однако резкие изменения яркости на малых площадях глаз фиксирует хорошо; так, например, в центре экрана цветного кинескопа глаз может различить одну темную точку на 1 млн. светящихся.

Яркость элемента изображения B и его освещенность E связаны соотношением

$$B = E\rho/\pi,$$

где ρ — коэффициент отражения поверхности.

В затемненных помещениях при низких уровнях внешней засветки достаточно иметь яркость 30 ... 70 кд/м². Мелкие детали изображения хорошо различаются при яркости около 100 кд/м². Для удобного восприятия подвижных, быстроменяющихся изображений надо иметь яркость 300 кд/м² и более. Длительное наблюдение очень ярких изображений утомляет оператора и повышает чувствительность к мельканию изображений.

Контраст — отношение разности яркостей изображения и фона к яркости фона. Возможность выделения объекта на фоне определяется контрастной чувствительностью. Она наиболее высока к черно-белым и черно-желтым цветовым сочетаниям.

Яркостный контраст определяется разностью яркостей (или освещенностей) соседних участков поля зрения или разностью яркостей сигналов, наблюдаемых последовательно во времени на одном и том же участке поля. Оценка яркости воспроизводимого изображения зависит от яркости окружающего его фона.

Яркостный контраст для знаков более темных, чем фон (прямой контраст), определяется соотношением

$$K_{пр} = \frac{B_ф - B_0}{B_ф} 100\%,$$

где $B_ф$ — яркость фона; B_0 — яркость знака.

Для знаков светлее фона яркостный контраст (обратный контраст) определяется как

$$K_{обр} = \frac{B_0 - B_ф}{B_0} 100\%.$$

Знак неразличим, если контраст знака и фона меньше значения, называемого пороговым контрастом. Пороговый контраст для знаков с угловым разме-

ром 60 и яркостью около 100 кд/м² составляет 0,015...0,02. Значение К<0,2 соответствует малому, 0,2<К<0,5 — среднему и К>0,5 — высокому контрасту. Повысить контраст можно, создавая искусственный фон или подсвечивая фон.

Параметром пассивных индикаторов является контраст знака и фона. Используются два определения контраста:

абсолютный контраст $K_{абс} = B_{max}/B_{min}$, где B_{max} и B_{min} — яркость светлых и темных участков изображения соответственно;

относительный контраст $K_{отн} = \frac{B_{max} - B_{min}}{B_{max}} 100\%$.

Так как глаз является нелинейным приемником, относительный контраст более полно отражает характер восприятия. Абсолютный и относительный контрасты связаны:

$$K_{отн} = \frac{K_{абс} - 1}{K_{абс}} 100\%.$$

Угол обзора — параметр индикатора, определяющий удобство применения его в устройствах отображения информации. Угол обзора — совокупность углов наблюдения, при которых обеспечивается безошибочное считывание воспроизводимой индикатором информации. Под углом наблюдения понимается угол между направлением наблюдения и нормалью к плоскости знакоместа индикации. На величину угла наблюдения влияют многие факторы: конструктивное выполнение индикатора (цилиндрический, плоский, торцевой, глубина знакоместа, наличие держателей и т. п.), уровень внешней освещенности, расстояние наблюдения, яркость индикатора и т. п. Для каждого сочетания этих факторов существуют углы наблюдения, при которых обеспечивается безошибочное считывание информации. Максимальную величину такого угла наблюдения называют оптимальным углом обзора.

Наряду с углом обзора для характеристики пространственного восприятия излучения используется диаграмма направленности излучения индикатора, отображающая угловое распределение интенсивности излучения.

Цвет. Для наилучшего различения отображаемых сигналов используется цветовое кодирование. Цвет характеризуется тремя параметрами: яркостью, цветовым тоном и насыщенностью. Яркость цвета определяется величиной светового потока, излучаемого в заданном направлении единицей площади поверхности в пределах единичного телесного угла. Цветовой тон (оттенок) цвета — свойство цвета, позволяющее определить данный цвет как красный, зеленый и т. д. Он характеризуется длиной волны светового излучения. Насыщенность цвета — степень его свободы от примеси белого цвета.

В индикаторах обычно не удается добиться узкого спектра излучения. В одноцветных индикаторах желательно, чтобы максимум спектра излучения совпадал с максимальной чувствительностью глаза, но источник света с не слишком узкой полосой спектра излучения более приятен для наблюдения, чем узкополосный. В индикаторах с цветовым кодированием информации узкая полоса излучения также нежелательна, так как при использовании узкополосных источников наблюдатель, переводя взгляд с одного поля на другое, может увидеть изображение в дополнительном цвете и допустить ошибку в считывании информации.

Термины и определения

В основе принципов действия индикаторов используются весьма разнообразные физические явления, такие как низковольтная катодолюминесценция, инжекционная и предпробойная электролюминесценция, излучение газового разряда, различные электрооптические эффекты и т. п. Индикаторы различаются функциональными возможностями и назначением, конструктивным и технологическим исполнением. В литературе по индикаторам особенности конкретных типов индикаторов отражаются рядом специальных терминов, а также условными обозначениями.

В табл. 1.1 приводятся основные термины индикаторов и их определения (ГОСТ 25066—81).

Таблица 1.1. **Основные термины индикаторов и их определение**

Термин	Определение
Индикатор	Выходное устройство информационного прибора или системы, обеспечивающее визуальное (видимое) отображение информации, воспринимаемое человеком в удобном для наблюдения виде
Активный индикатор	Индикатор, преобразующий электрическую энергию в световую
Пассивный индикатор	Индикатор, преобразующий (модулирующий) внешний световой поток под действием электрического поля или тока
Вакуумный накаливаемый индикатор	Активный индикатор, в котором используется свечение тел накала в вакууме
Вакуумный люминесцентный индикатор (ВЛИ)	Активный индикатор, в котором используется явление низковольтной катодолюминесценции
Полупроводниковый индикатор	Активный индикатор, в котором используется явление инжекционной электролюминесценции
Жидкокристаллический индикатор (ЖКИ)	Пассивный индикатор, в котором используются электрооптические эффекты в жидких кристаллах
Электролюминесцентный индикатор	Активный индикатор, в котором используется явление предпробойной электролюминесценции
Газоразрядный индикатор	Активный индикатор, в котором используется видимое излучение газового разряда
Индикатор индивидуального, коллективного пользования	Индикатор, конструктивное исполнение, параметры и характеристики которого обеспечивают возможность безошибочного считывания информации с расстояния: менее 1,5 м (индивидуального пользования); от 1,5 до 4 м (группового пользования); более 4 м (коллективного пользования)
Информационное поле	Конструктивная часть индикатора, в пределах которой возможно формирование изображения
Знак	Условное обозначение букв алфавита, цифр, математических знаков, знаков препинания, предметов, явлений, событий
Знакоместо	Информационное поле или его часть, необходимая и достаточная для изображения одного знака
Элемент (сегмент) отображения	Часть информационного поля, имеющая самостоятельное управление

Окончание табл. 1.1.

Термин	Определение
Структурный рисунок индикатора	Изображение, возникающее при включении всех элементов индикатора и показывающее их число, форму, размеры и возможное расположение при отображении информации
Знакосинтезирующий индикатор (ЗСИ)	Прибор отображения информации, в котором видимое изображение создается из одного или совокупности дискретных элементов отображения
Единичный индикатор	Индикатор, состоящий из одного элемента отображения и предназначенный для отображения информации в виде точки, линии или поля
Одноразрядный индикатор	Цифровой или буквенно-цифровой индикатор, имеющий одно знакоместо
Многоразрядный индикатор	Цифровой или буквенно-цифровой индикатор, имеющий несколько фиксированных знакомест
Матричный индикатор	ЗСИ, элементы отображения которого имеют вид точек и сгруппированы по строкам и столбцам, что позволяет отображать информацию произвольного характера
Экран	Матричный индикатор с числом элементов отображения не менее 10 000 и не имеющий фиксированных знакомест
ЗСИ со встроенным управлением	ЗСИ, конструктивно выполненный совместно с элементами системы управления
Шкальный индикатор	Индикатор, предназначенный для отображения в виде шкал
Графический индикатор	Индикатор, предназначенный для отображения букв, цифр, символов, графиков и другой сложной графической информации
Мнемонический индикатор	Индикатор, предназначенный для отображения мнемосхемы или части мнемосхемы

Обозначения индикаторов

Современные обозначения индикаторов содержат семь элементов.

Первый элемент: буква И, обозначающая принадлежность прибора к ЗСИ.

Второй элемент: буква, обозначающая вид индикатора; Н — вакуумные накаливаемые, Л — вакуумные электролюминесцентные, Ж — жидкокристаллические, П — полупроводниковые.

Третий элемент: буква, характеризующая отображаемую информацию; Д — единичная, Ц — цифровая, В — буквенно-цифровая, Т — шкальная, М — мнемоническая, Г — графическая.

Четвертый элемент: число — порядковый номер разработки; номер с 1 по 69 — индикаторы без встроенного управления, с 70 по 99 — с встроенным управлением.

Пятый элемент: буква, указывающая принадлежность индикатора к одной из классификационных групп приборов, изготовленных по общему технологическому процессу. Используются буквы русского алфавита от А до Я (не употребляются З, О, Ы, Ь, Ъ, Ч, Ш, Щ).

Шестой элемент: дробь или произведение, характеризующие информационное поле индикатора (кроме единичных индикаторов). Для одноразрядных и многоразрядных сегментных индикаторов — дробь, числитель которой — число сегментов, знаменатель — число разрядов. Для одноразрядных и многоразрядных матричных индикаторов — дробь, числитель которой — число разрядов, знаменатель — произведение числа элементов в строке на число элементов в столбце. Для матричных индикаторов без фиксированных знакомест — произведение числа элементов в строке на число элементов в столбце. Для мнемонических и шкальных индикаторов шестой элемент указывает число элементов индикатора.

Седьмой элемент: буква, обозначающая цвет свечения. Для одноцветных индикаторов: К — красный, Л — зеленый, С — синий, Ж — желтый, Р — оранжевый, Г — голубой (для единичных и полупроводниковых индикаторов всех видов). Для многоцветных индикаторов всех видов — буква М.

Обозначение бескорпусных полупроводниковых индикаторов содержит цифру — восьмой элемент, определяющий модификацию конструктивного исполнения: 1 — с гибкими выводами без кристаллодержателя — подложки; 2 — с гибкими выводами на кристаллодержателе; 3 — с жесткими выводами без кристаллодержателя; 4 — с жесткими выводами на кристаллодержателе; 5 — с контактными площадками без кристаллодержателя и выводов; 6 — с контактными площадками на кристаллодержателе без выводов, кристалл на подложке; 7 — с жесткими выводами без кристаллодержателя, неразделенные на общей пластине; 8 — с контактными пластинами без кристаллодержателя и выводов, на общей пластине.

Глава 2

ВАКУУМНЫЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Принцип работы

Вакуумные люминесцентные индикаторы (ВЛИ) относятся к активным индикаторам, преобразующим электрическую энергию в световую. По виду отображаемой информации ВЛИ различают на единичные, цифровые, буквенно-цифровые, шкальные, мнемонические и графические; по виду информационного поля — на сегментные и матричные одноразрядные и многоразрядные, а также матрицы без фиксированных знакомест.

К числу достоинств ВЛИ следует отнести: высокую яркость, обеспечивающую хорошую видимость воспроизводимых знаков; низкие рабочие напряжения, допускающие возможность их применения с формирователями на МОП-микросхемах; малое потребление энергии, что позволяет использовать их в устройствах, питаемых от батарей.

Необходимость использования источника питания накала индикатора может оказаться его недостатком. В ряде случаев трудно исключить мешающие восприятию изображения блики, создаваемые отражением света от стеклянных баллонов индикаторов.

Вакуумные люминесцентные индикаторы используют для отображения информации в устройствах самого различного назначения: в микрокалькуляторах и больших ЭВМ, кассовых аппаратах и станках с числовым и программным управлением, электронных часах, электро- и радиоизмерительных приборах

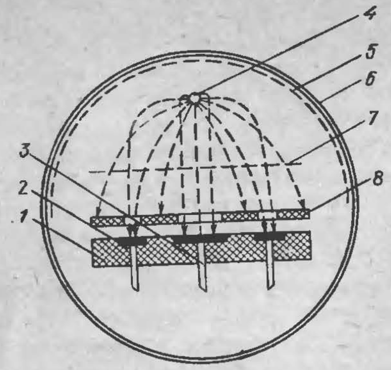


Рис. 2.1. Конструктивная схема ВЛИ

(цифровых ампервольтомметрах, частотомерах), диспетчерских пультах управления энергетическими установками и воздушным движением, медицинских приборах и т. п.

Вакуумный люминесцентный индикатор представляет собой электронную диодную или триодную систему, в которой под воздействием электронной бомбардировки высвечиваются покрытые низковольтным катодолюминофором аноды-сегменты.

Конструктивная схема одноразрядного индикатора показана на рис. 2.1. Детали индикатора монтируются на керамической или стеклянной плате *1*. Участки платы, на которые нанесен люминофор, образуют аноды-сегменты *2*; под люминофором имеется токопроводящий слой. Каждый из анодов имеет определенный вывод *3*. Источником электронов служит оксидный катод прямого накала *4*. Управление электронным потоком осуществляется сеткой *7*. Электронный поток, высвечивающий сегменты, ограничивается экранирующим электродом-маской *8*. Вся арматура индикатора заключена в стеклянный баллон *6*, в котором создан вакуум. Штриховой линией показаны примерные траектории электронов. На внутреннюю поверхность баллона нанесено токопроводящее покрытие *5*, прозрачное для всей области спектра излучения индикатора. Электрически оно соединено с отдельным выводом или катодом; покрытие обеспечивает стекание электрических зарядов с поверхности баллона, способных исказить траектории электронов.

Катод ВЛИ представляет собой отрезок вольфрамовой проволоки диаметром 6...60 мкм, покрытый тонким (несколько микрометров) слоем окислов щелочно-земельных металлов (оксидом). Рабочая температура катода выбирается по возможности низкой, с тем чтобы нить, находящаяся по направлению наблюдения перед анодами, не мешала наблюдению светящихся символов. Понижение температуры катода способствует увеличению его срока службы и снижает нагрев люминофора, от которого исходит свечение. Условия эксплуатации катодов во ВЛИ можно считать экстремальными: катод работает при низкой температуре и высоком отборе тока; это обстоятельство в значительной мере определяет долговечность ВЛИ.

Сетка ВЛИ управляет электронным потоком. Поскольку сетка имеет положительный относительно катода потенциал, она рассеивает электроны и ускоряет их в направлении анодных сегментов. Рассеивающее действие сетки обеспечивает равномерность засветки поверхностей, покрытых люминофором.

Конструктивно сетка должна быть редкой, «прозрачной» для электронов с тем, чтобы уменьшить долю электронов, ею перехватываемых. В многоразрядных ВЛИ сетка также обеспечивает выбор разряда, работающего в заданный момент. Сетки изготовляются из полотна, «тканого» из вольфрамовой проволоки или электрохимическим фрезерованием тонкой никелевой фольги. В одноразрядных индикаторах форма излучающей поверхности анодов определяется

металлической маской, электрически соединенной с управляющей сеткой.

Изображение букв, цифр и других символов во ВЛИ формируется высвечиванием необходимой комбинации анодов-сегментов. Смена изображений достигается путем соответствующей коммутации анодов-сегментов.

Аноды-сегменты представляют собой покрытые люминофором слои токопроводящего материала заданной конфигурации, нанесенные на стеклянную или керамическую плату. В ряде ВЛИ токопроводящие слои получают напылением в вакууме тонких металлических пленок на всю поверхность платы, а формирование рисунков анодов — фотолитографией. После этой (первой) фотолитографии на платы напыляют диэлектрик и производят вторую фотолитографию, которая открывает в диэлектрике «окна» на местах анодов-сегментов, и в окна наносят люминофор. Возможно применение толстопленочной технологии, при которой на плату с помощью трафаретов наносятся проводящая паста и затем люминофор. Аноды-сегменты выполнены в виде точек или протяженных участков различной формы, символов и трафаретов. Количество, конфигурация и взаимное расположение сегментов образует структурный рисунок индикатора, по которому различают цифровые, буквенно-цифровые, матричные и шкальные индикаторы.

У многоразрядных индикаторов одноименные аноды-сегменты соединяются внутри баллона параллельно, что позволяет резко сократить число выводов. Так, например, 14-разрядный индикатор ИВ-27 имеет 24 вывода (два вывода накала, 14 выводов сеток и восемь выводов от параллельно соединенных анодов-сегментов). Если создать 14-разрядный индикатор с раздельными выводами каждого анода-сегмента, то он имел бы 128 выводов (два вывода накала, 8×14 выводов анодов-сегментов, 14 выводов сеток). Очевидно, что такое конструктивное решение оказалось бы трудновыполнимым.

Конструктивно многоразрядные индикаторы выпускают со статическим и мультиплексным управлением.

Люминофор включенных сегментов, т. е. имеющих в данный момент положительный относительно катода потенциал, светится под воздействием попадающего на них электронного потока. Ток катода индикатора и токи сегментов практически не зависят от числа включенных сегментов. Электроны, попадающие на включенные сегменты, заряжают их отрицательно и отражаются. Вторичные электроны так же, как электроны, не участвующие в высвечивании определенного знака, перехватываются экранирующим электродом.

Для подавления нежелательного свечения люминофора в исходном состоянии на сетку подается отрицательное напряжение смещения — несколько вольт по отношению к катоду. Экранирующий электрод, имеющий потенциал управляющей сетки, также улучшает условия запирания электронного потока.

Изображение ВЛИ высококонтрастное, яркость достигает 500 кд/м^2 и более; для сравнения можно напомнить, что яркость экрана современного цветного кинескопа не превышает 300 кд/м^2. В ВЛИ используется явление низковольтной катодолюминесценции (НВК), при котором свет излучается кристаллофосфором, бомбардируемым электронами с относительно низкой энергией (около 10...100 эВ). Для веществ, у которых наблюдается этот эффект, потенциал начала НВК составляет всего несколько вольт.

При потенциале экрана, соответствующем энергии электронов $eU>10$ эВ, яркость свечения экрана практически определяется соотношением

$$B=AjU,$$

где j — плотность тока, поступающего на излучающую поверхность люминофора; A — постоянная, характеризующая используемый кристаллофосфор.

При НВК-люминесценции возбуждение светового излучения бомбардирующим люминофор электронами происходит всего лишь в нескольких его приповерхностных слоях. При высоковольтном возбуждении, например в электронно-лучевых трубках, быстрые электроны возбуждают свечение в объеме кристалла люминофора. В ВЛИ в качестве люминофора широко используется окись цинка, активированная цинком (ZnO; Zn), обеспечивающая интенсивное сине-зеленое свечение. Применяя светофильтры, можно получить цвета символов от синего до красного при условии, что яркость исходного свечения достаточно велика (около 1 000 кд/м²). Кроме того, существует достаточно широкая номенклатура люминофоров, имеющих различные цвета свечения (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Цветные люминофоры для ВЛИ

Цвет свечения	Состав люминофора	Длина волны, соответствующая максимуму спектральной характеристики, мкм
Синий	$ZnS:Ag+In_2O_3$	0,450
Сине-зеленый	$ZnO:Zn$	0,510
Зеленый	$(Zn, Cd)S:Ag$	0,525
Зеленый	$ZnS:Cu$	0,530
Лимонный	$ZnS:Au, Al+In_2O_3$	0,550
Желтый	$ZnS:Mn+In_2O_3$	0,585
Красный	$(Zn, Cd)S:Ag+In_2O_3$	0,626

При НВК достаточная яркость свечения люминофора обеспечивается в непрерывном режиме или при небольшой скважности (менее 100). Люминофорное покрытие экрана ВЛИ представляет собой слой порошка кристаллофосфора (толщиной 10...50 мкм), нанесенный на токопроводящую подложку. Поскольку свечение наблюдается со стороны люминофора, бомбардируемой электронами (работа на отражение), подложка может быть непрозрачной. Слой люминофора должен обладать достаточной электро- и теплопроводностью, поскольку рассеиваемая на экране мощность достаточно велика (около 0,1 Вт/см²). При

Таблица 2.2. Характеристики излучения НВК-люминофоров

Цвет свечения люминофора	Длина волны излучаемого света, нм	Напряжение экрана, В	Яркость свечения, кд/м²
Голубой	470	25	200
Зеленый	505	20	1200
Желтый	590	25	400
Красный	640	25	250

перегреве экрана возникает температурное гашение свечения, а затем — необратимая деструкция кристаллофосфора. Характеристики излучения некоторых НВК-люминофоров приведены в табл. 2.2.

Конструктивные модификации

В одноразрядных буквенно-цифровых индикаторах используется одна триодная система и каждый анод-сегмент имеет отдельный вывод. В многоразрядных индикаторах в одном баллоне размещается несколько триодных систем; они имеют, как правило, общий катод и раздельные сетки.

Часть ВЛИ выпускается в стеклянных цилиндрических баллонах с гибкими или жесткими выводами; они имеют одну или две плоские ножки. Изображение знака наблюдают через боковую стенку баллона. Изготовляются также индикаторы в четырехугольных баллонах, считывание информации в этом случае осуществляется через купол баллона (у таких индикаторов одна ножка). Современные многоразрядные ВЛИ имеют плоские стеклянные баллоны с ленточными выводами, расположенными по боковым поверхностям баллонов, удобными для сопряжения с печатными платами.

Номенклатура одноразрядных ВЛИ, отображающих буквенно-цифровую информацию с различными размерами знаков, включает в себя индикаторы ИВ-1, ИВ-3, ИВ-3А, ИВ-4, ИВ-6, ИВ-8, ИВ-11, ИВ-12, ИВ-17, ИВ-22, ИВЛ1-18/1. Многоразрядные индикаторы выпускают с числом разрядов 4, 6, 9, 12, 13, 14, 17. Наибольшее распространение получили дисплеи в цилиндрических баллонах ИВ-18, ИВ-21, ИВ-27 и в плоских баллонах ИВ-28А, ИВ-28Б, ИВЛ1-8/12, ИВЛ2-8/12, ИВЛ1-8/13, ИВЛ1-8/17, ИВЛ1-7/5, ИВЛ2-7/5, ИВЛ3-7/5.

Шкальные индикаторы, сопряженные с преобразователями кода, часто оказываются более удобными (наглядными), чем стрелочные приборы. Примером может служить предназначенный для измерительных целей индикатор ИВЛШ1-8/13, имеющий 101 отсчетную риску. Ряд ВЛИ выпускается со встроенными микросхемами управления, например плоский дисплей для индикации уровня воспроизведения и записи в стереофонических системах ИВЛШУ1-11/2 с 22 индексами отсчета.

Группа выпускаемых промышленностью матриц включает в себя одно-, двух- и трехцветные матрицы с высотой знаков 40 и 80 мм: ИВЛМ1-5/7, ИВЛМ2-5/7, ИВЛМ3-5/7, ИВЛМ4-5/7, ИВЛМ5-5/7, ИВЛМ6-5/7. Эти индикаторы представляют собой универсальные знакоместа с излучающими элементами в различных цветах. Индикатор ИВЛМ1-5/7-45Л — панель из трех строк по 15 знакомест в каждой; в свою очередь, каждое знакоместо содержит 5×7 элементов.

Выпускаются мнемонические индикаторы, отображающие различные «профессиональные» символы, например индикаторы для приборных щитков автомобилей.

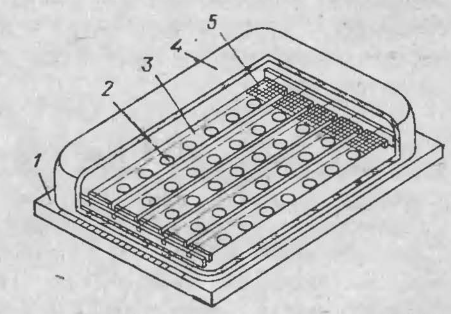


Рис. 2.2. Устройство матричного ВЛИ: *1* — плата-основание; *2* — анод-сегмент; *3* — катод; *4* — баллон; *5* — сетка (управляющий электрод)

Матричные ВЛИ предназначены для синтеза цифр, букв любого алфавита, различных символов и знаков. На рис. 2.2 в качестве примера показано устройство одноцветного матричного индикатора, имеющего 35 светоизлучающих анодов-сегментов. Пять электрически соединенных между собой анодов-сегментов образуют строку, имеющую общий вывод; всего строк — семь. Управляющие электроды (сетки) объединяют аноды в столбцы; каждый столбец имеет свой вывод. Со стороны наблюдателя вдоль каждого столбца расположен прямонакальный оксидный катод; пять катодов включены параллельно.

Плата анодов выполнена на стеклянной пластине, на которую нанесена пленка металла и фотолитографией сформированы аноды-сегменты, покрытые люминофором зеленого цвета свечения (ZnO : Zn). Информация считывается со стороны баллона — «на отражение».

У двухцветной матрицы каждый анод-сегмент выполнен в виде двух изолированных элементов (всего 70), у трехцветной — в виде трех элементов (всего 105). Каждый анод покрыт «своим» люминофором, состав которого определяет цвет свечения. Красный цвет свечения обеспечивает люминофор (Zn, Cd)S : Ag синий — самоактивированный сульфид цинка. Как и в одноцветной матрице, в многоцветной анодные элементы объединены в строки; двухцветная матрица имеет 7×2 строк, трехцветная — 7×3 строк элементов. Пять управляющих электродов объединяют элементы в столбцы независимо от цвета свечения. Выборка цвета свечения осуществляется по строкам анодных элементов.

Долговечность

Долговечность ВЛИ определяется сохранением работоспособности люминофора и долговечностью источника электронов — оксидного катода.

Старение люминофора проявляется в уменьшении яркости свечения экрана и в основном обусловлено деструкцией самого кристаллофосфора под воздействием электронной бомбардировки и накоплением на поверхности люминофора посторонних веществ, напыляемых или мигрирующих с других деталей индикатора (продукты испарения оксидного катода, остаточные жировые загрязнения и т. п.). Особенность НВК состоит в том, что после сравнительно быстрого начального спада яркости (примерно на 10...20%) на этапе первых нескольких сотен часов индикатора следует длительный этап — десятки тыс. часов, в течение которых яркость уже практически не изменяется. Считается, что эта закономерность является следствием особенности НВК-поверхностного взаимодействия люминофора с электронным потоком, не затрагивающим объемной структуры люминофора.

Срок службы (наработка) ВЛИ в значительной степени определяется долговечностью оксидного катода. Рабочая температура катода, соответствующая номинальному напряжению накала, выбирается так, чтобы обеспечить высокую долговечность катода. Отклонения температуры катода (напряжения накала) от оптимальной приводят к сокращению срока службы катода и индикатора. Повышение напряжения накала по сравнению с номинальным ускоряет процесс испарения эмиссионно-активного слоя (не говоря уже о возможном перегорании керна катода — нити накала), а понижение — ослабляет устойчивость катода к воздействию отравляющих оксидное покрытие факторов и также снижает срок службы индикатора. Катоды ВЛИ работают в экстремальных условиях, поэтому напряжение накала в процессе эксплуатации индикатора должно поддерживаться равным номинальному. Допускается использовать индикаторы при напряжениях накала, отличающихся от номинального на ±10%, однако при этом наработка индикатора сокращается примерно на порядок. Особенно нежелательно чередование повышения и понижения напряжения накала.

Напряжение накала ВЛИ по величине составляет заметную долю напряжения запирания, напряжения сетки и анода. Поэтому при питании цепи накала индикатора постоянным током условия запирания и реальные значения напряжений анодов и сеток за счет падения напряжения на нити накала для отдельных разрядов могут существенно различаться, что, очевидно, нежелательно. Поэтому цепи накала ВЛИ рекомендуется питать переменным током синусоидальной или прямоугольной формы. По указанным причинам источники питания сеток и анодов рекомендуется подключать к средней точке соответствующей обмотки трансформатора накала. Если обмотка трансформатора не имеет вывода средней точки, применяется «искусственная» средняя точка, создаваемая делителем напряжения. Падение напряжения на резисторах делителя при прохождении по ним суммарного тока анодов и сеток приводит к уменьшению яркости свечения индикатора. При существенном уменьшении яркости напряжение питания следует увеличивать на значение падения напряжения на резисторах делителя.

Можно питать цепь накала ВЛИ постоянным током, если напряжение накала не превышает 5% напряжений анодов и сеток. В этом случае за общую точку источников питания принимается вывод накала, соединенный с отрицательным полюсом источника питания цепи накала.

При изготовлении табло из нескольких ВЛИ цепи накала следует соединять параллельно.

Управление ВЛИ

Формирование изображения на информационном поле ВЛИ можно осуществлять статическим или мультиплексным способом. При статическом способе возбуждающие сигналы подаются на необходимые для получения заданного изображения аноды-сегменты и все изображение знака формируется одновременно. Формирование изображения мультиплексным способом осуществляется применительно к ВЛИ, имеющим два канала управления, таким как многоразрядные индикаторы с параллельно соединенными анодами-сегментами и раздельными для каждого знакоместа сетками. Так же управляют матричными и графическими ВЛИ.

При мультиплексном управлении в течение каждого момента времени формируется не полное изображение, а его отдельные элементы. Различают три способа мультиплексного управления с временной разверткой: по сеткам индикаторов; анодам-сегментам индикаторов; знакам.

При первом способе знаки поочередно синтезируются на каждом знакоместе (рис. 2.3). Аноды-сегменты возбуждаются со скважностью Q, равной числу знакомест. Средняя яркость свечения анодов в Q раз меньше мгновенной.

При втором способе напряжение возбуждения подается на одноименные аноды-сегменты, участвующие в формировании отображаемых знаков, а положительные напряжения на сетки отдельных знакомест подаются в моменты анодной развертки, которые соответствуют синтезируемой цифре в данном

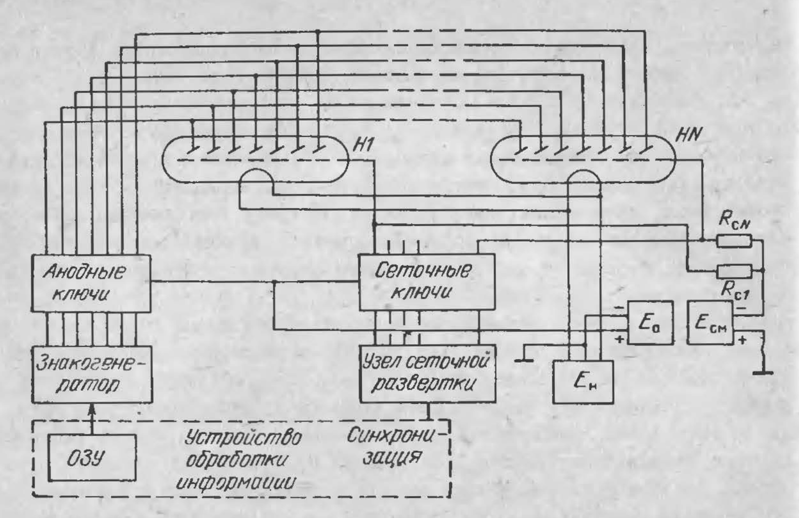


Рис. 2.3. Схема динамического (мультиплексного) управления ВЛИ с сеточной разверткой

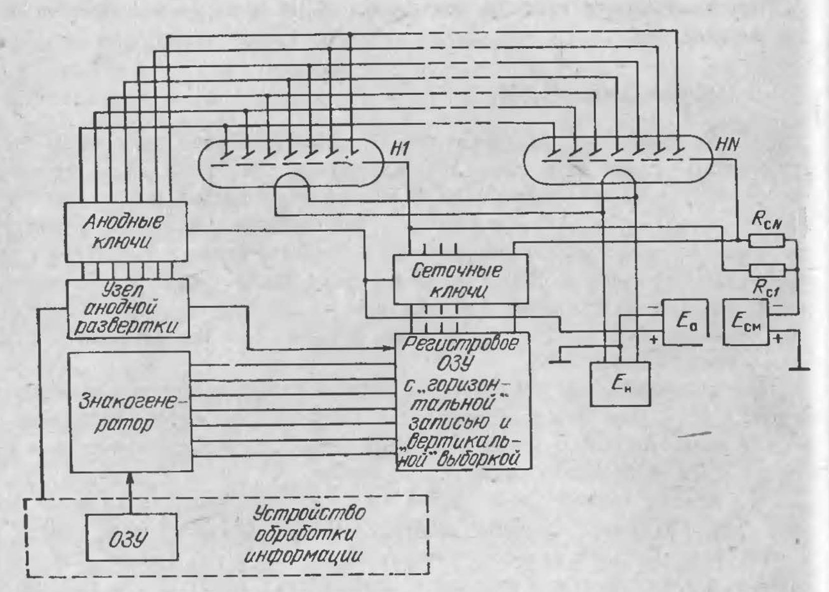


Рис. 2.4. Схема динамического (мультиплексного) управления ВЛИ с анодной разверткой

знакоместе (рис. 2.4). Средняя яркость свечения анодов ниже мгновенной в n раз (n — число сегментов в одном разряде).

Обычно ЗСИ отображает ограниченное число знаков, например цифры от 0 до 9 и запятую. В этих случаях можно использовать развертку по знакам, при которой на параллельно включенные аноды-сегменты всех знакомест поочередно подаются напряжения, соответствующие каждому из 11 знаков, а положительное напряжение подается на сетку того знакоместа, на котором в настоящее время должен отображаться соответствующий знак (рис. 2.5). Средняя яркость свечения при знаковой развертке в n раз меньше мгновенной (n — число отображаемых знаков).

Для однородного свечения анодов-сегментов на всех знакоместах индикатора при любом способе мультиплексного управления необходимо обеспечить равенство скважностей высвечивания каждого из анодов, участвующих в формировании отображаемого знака. Частота повторения синтезирования знаков должна превышать частоту, при которой глаз может заметить мерцание отображения (практически ≥50 Гц).

Из сравнения устройств, реализующих различные типы разверток, следует, что наиболее простое (по числу узлов управления) устройство развертки по сеткам, хотя выбор оптимального вида развертки в общем случае определяется структурой кода источника информации и числом отображаемых знаков.

Схема статического управления ВЛИ показана на рис. 2.6. Она состоит из узла информационного согласования, который поразрядно преобразует двоично-десятичный код 8—4—2—1 в позиционный код семисегментных индикаторов. Узел энергетического согласования содержит ключи, коммутирующие анодные сегменты. При управлении индикатором ИВ-3А и ему подобными удобно использовать p-МДП микросхему К161ПР2, в состав которой входят ОЗУ на 5

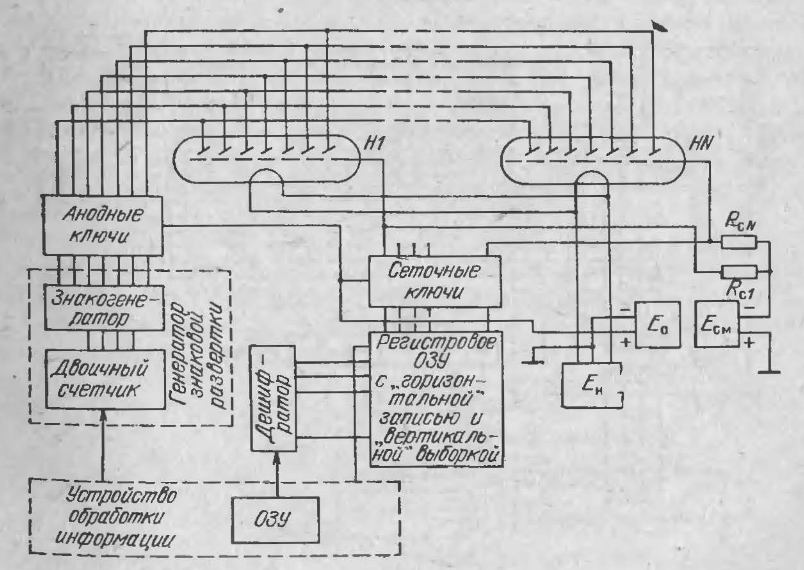


Рис. 2.5. Схема динамического (мультиплексного) управления ВЛИ со знаковой разверткой

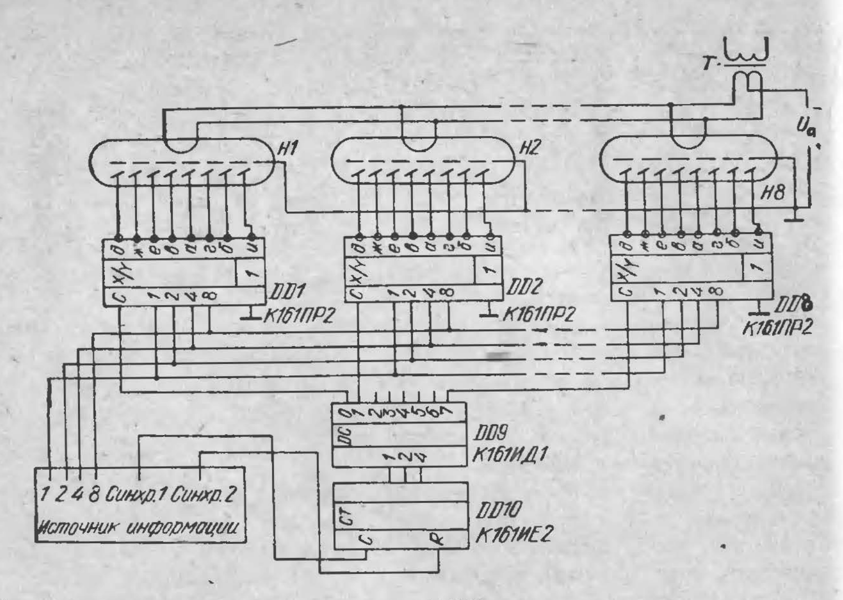


Рис. 2.6. Схема статического управления ВЛИ

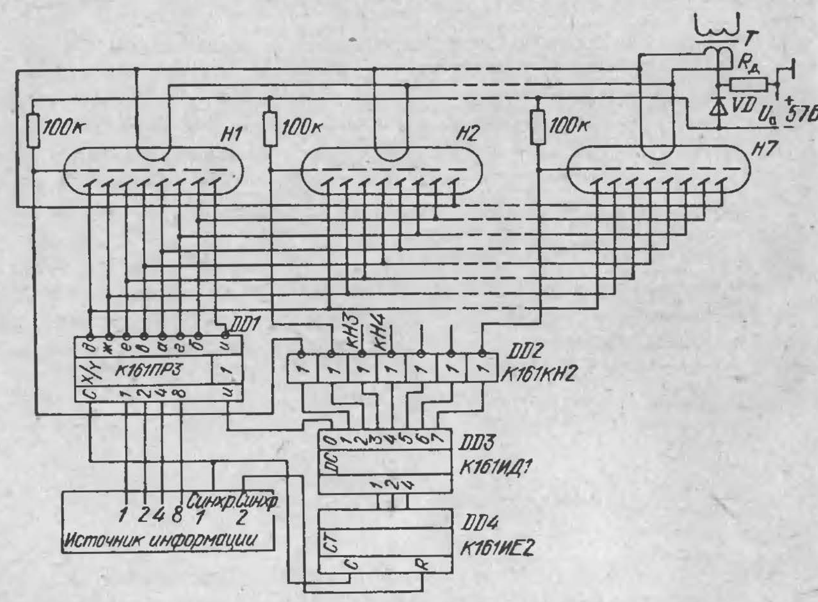


Рис. 2.7. Схема динамического (мультиплексного) управления ВЛИ

бит, кодовый преобразователь и коммутирующие транзисторы. Можно использовать микросхему К161ПР3, отличающуюся от К161ПР2 повышенным до 60 В напряженнем коммутации выходных ключей. В устройстве можно предусмотреть также узел формирования сигналов записи двоично-десятичного кода в ОЗУ микросхемы, которые получают с помощью двоичного счетчика (например, К161ИЕ2) и дешифратора (например, К161ИД1). Сигналы двоично-десятичного кода сопровождаются синхроимпульсами: на одном из них синхроимпульсы соответствуют началу каждого десятичного разряда, на другом — окончанию.

Частота повторения кодов — не ниже 50 Гц во избежание мелькания изображения.

Схема устройства динамического (мультиплексного) управления показана на рис. 2.7. В нем используется один преобразователь двоично-десятичного кода 8—4—2—1 в позиционный код индикатора и тот же, что и в предыдущей схеме, узел формироаания сигналов записи двоично-десятичного кода в ОЗУ микросхемы. Коммутация сеток индикаторов осуществляется семиканальным коммутатором с прямыми входами (например, К161КН2). Очевидно уменьшение числа преобразователей кодов, используемых при динамическом управлеини индикатором по сравнению со статическим.

Далее приводятся справочные данные ВЛИ — одноразрядных, многоразрядных, графических в различных конструктивных оформлениях, матричных, шкальных и группы индикаторов для отображения цифро-буквенной информации.

В числе последних — индикаторы, представляющие интерес для применения в радиолюбительской аппаратуре бытового назначения:

ИЛМ1-7Л — предназначен для отображения текущего времени до и после полудня, секундного ритма, дней недели в различных таймерных устройствах;

ИЛТ5-30М и **ИЛТ4-30М** — предназначены для отсчета уровня мощности в правом и левом каналах стереофонических магнитофонов и отсчета расхода ленты; шкала каждого канала имеет 11 пар рисок зеленого цвета свечения, две двойных и две тройных риски красного свечения; риски высвечиваются попарно и по три; уровень сигнала отсчитывается по оцифровке в децибелах;

ИЛТ1-8М — индикатор для настройки тюнеров; шкала индикатора имеет восемь пар рисок зеленого цвета свечения и трафарет вида работы «ЧМ стерео» красного цвета свечения; риски высвечиваются попарно; отсчет ведется по оцифровке;

ИЛТ6-30М и **ИЛТ7-30М** — предназначены для индикации уровня сигналов в стереофонических магнитофонах; на табло индикаторов высвечиваются оцифрованные шкалы левого и правого каналов с 11-ю отметками зеленого и четырьмя отметками красного цвета свечения, символы индикации записи и включения системы шумоподавления.

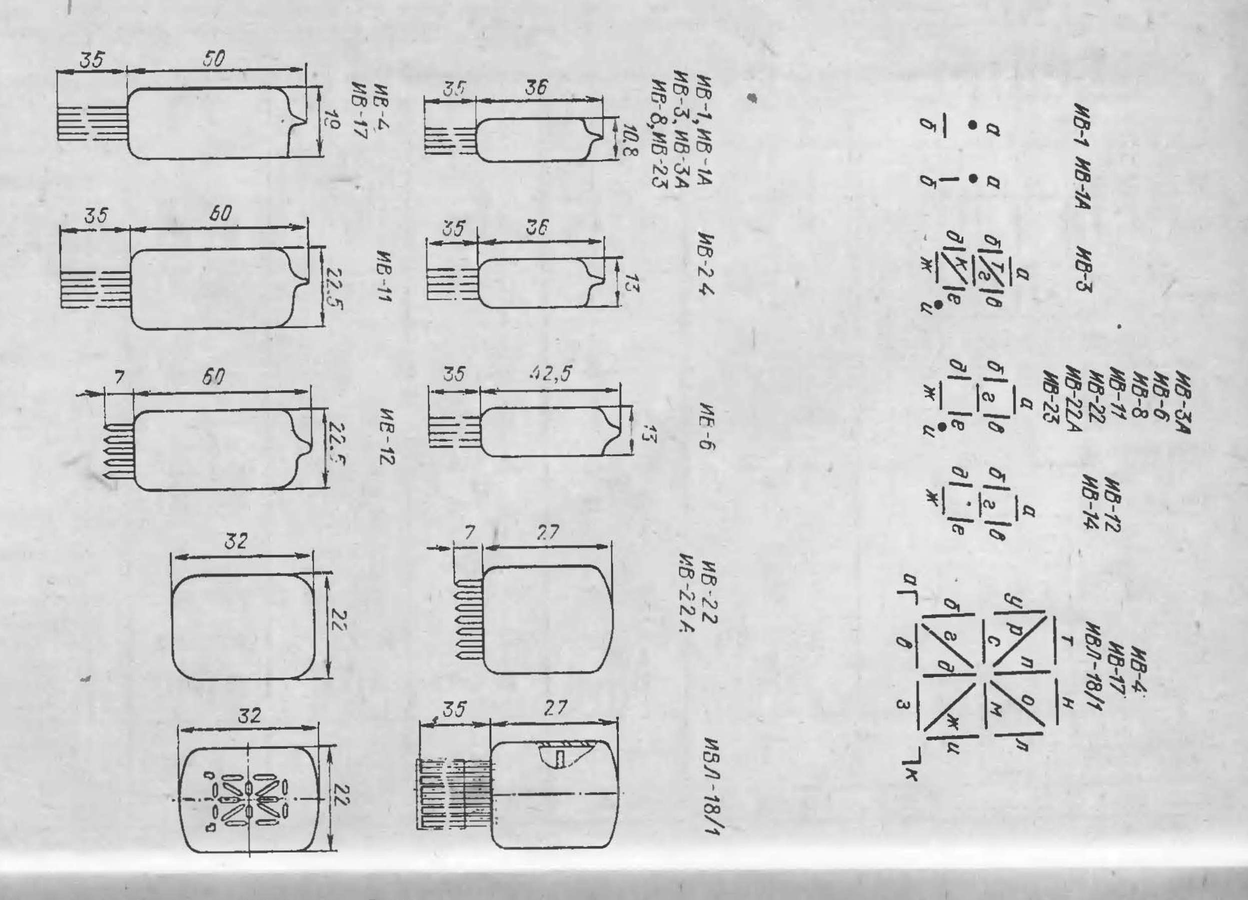
Основные параметры одноразрдных ВЛИ

Параметр	Тип индикатора						
	ИВ-1 ИВ-1А	ИВ-3	ИВ-3А	ИВ-4	ИВ-6	ИВ-8	ИВ-11
Размер знака, мм	1×4	5,9×9,1	5,9×8,6	12×18	6,9×11,2	5,9×8,9	14,6×21
Число сегментов	2	10	8	18	8	8	8
Напряжение накала, В	0,67 ... 1	0,7 ... 1	0,7 ... 1	2,21 ... 2,86	0,85 ... 1,15	0,76 ... 0,9	1,25 ... 1,65
Напряжение сетки, В:							
постоянное	20 ... 25	30	20 ... 30	25 ... 27	25 ... 30	20 ... 30	25 ... 30
импульсное	50 ... 70	70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70
Напряжение анодов-сегментов, В:							
постоянное	20 ... 25	30	20 ... 30	25 ... 27	25 ... 30	25 ... 30	25 ... 30
импульсное	50 ... 70	70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70	50 ... 70
Ток накала, мА	25 ... 35	45 ... 55	25 ... 35	45 ... 55	45 ... 55	45 ... 55	90 ... 110
Ток сетки, мА:							
постоянный	2,5 ... 5	2,5 ... 5	2,5 ... 12	6	12	3 ... 5	11
импульсный, не более	—	35	35	30	45	—	45
Ток анода-сегмента, не более, мА							
постоянный	—	0,3	0,45	0,5	0,8	0,9	0,9
импульсный	—	—	1,6	—	2	—	1,8
Ток анодов-сегментов суммарный, постоянный, мА	0,25 ... 0,6	0,8	0,8 ... 2	2,5	0,8	0,8 ... 2,5	3,5 ... 5
Скважность	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1
Минимальная наработка, тыс. ч.	3	3	10	2	10	10	5

Окончание

Параметр	Тип индикатора						
	ИВ-12	ИВ-17	ИВ-22	ИВ-22А	ИВ-23	ИВ-24	ИВЛ1-18/1
Размер знака, мм	14,6×21	12×18	12,4×18	12,4×18	5,9×8,6	6,9×11,2	12×18
Число сегментов	7	18	8	8	8	8	18
Напряжение накала, В	1,25 ... 1,65	2,15 ... 2,55	1 ... 1,32	1 ... 1,32	0,75 ... 0,95	0,9 ... 1,1	1 ... 1,3
Напряжение сетки, В:							
постоянное	25 ... 30	25 ... 30	22 ... 30	22 ... 30	12	12	22 ... 30
импульсное	50 ... 70	50 ... 70	80	80	30	30	50
Напряжение анодов-сегментов, В:							
постоянное	25 ... 30	25 ... 30	22 ... 30	22 ... 30	12	12	22 ... 30
импульсное	50 ... 70	50 ... 70	80	80	30	30	50
Ток накала, мА	90 ... 110	42 ... 52	85 ... 115	85 ... 115	45 ... 55	45 ... 55	85 ... 115
Ток сетки, мА:							
постоянный	12	6,5 ... 10	6 ... 12	5 ... 12	0,8 ... 2,5	1,2 ... 3,5	3 ... 7
импульсный, не более	45	—	—	—	—	—	—
Ток анода-сегмента, не более, мА							
постоянный	4	—	—	—	—	—	—
импульсный	1,8	—	—	—	—	—	—
Ток анодов-сегментов суммарный, постоянный, мА	3,5 ... 5	—	2,5 ... 6	2,5 ... 6	0,5 ... 1,3	0,8 ... 2	2,7 ... 5
Скважность	10±1	25	12	12	5±0,5	5±0,5	10±1
Минимальная наработка, тыс. ч.	5	3	10	10	5	5	10

Примечание. Индикаторы имеют зеленый цвет свечения, кроме ИВ-22А (красный); яркость свечения индикаторов не менее 500 кд/м², кроме ИВ-23 и ИВ-24 (не менее 70 кд/м²); контраст — не менее 60%, угол обзора — не менее 80°, время готовности — не более 1 с.



Соединение электродов одноразрядных ВЛИ с выводами

Тип индикатора	Номер вывода																						Ориентир для начала отсчета выводов
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
ИВ-1	F	Св	Св	Св	Св	Св	G	F, п.с	Св	б	Св	Св	а	Св									Укороченный вывод 14
ИВ-3	F	д	ж	к	е	н	G	F, п.с	в	а	т	г	б	Св									То же
ИВ-3А	в	а	г	б	д	ж	F	F, п.с	G	е	н	Св											Укороченный вывод 12
ИВ-4	F, п.с	а	б	в	г	д	ж	з	н	к	F	G	л	м	н	о	п	р	с	т	у	Св	Укороченный вывод 22
ИВ-6	в	а	г	б	д	ж	F	F, п.с	G	е	н	Св											Укороченный вывод 12
ИВ 8	F	д	ж	Св	е	н	Св	F, п.с	в	а	Св	г	б	св									Укороченный вывод 14
ИВ-11	F, п.с	G	е	н	в	а	г	б	д	ж	F	Св											Укороченный вывод 12
ИВ-12	е	F	F, п.с	G	в	а	г	б	д	ж	Св	Св											То же
ИВ-17	F, п.с	а	б	в	г	д	ж	з	и	к	F	G	л	м	н	о	п	р	с	т	у	Св	Укороченный вывод 22
ИВ-22	н	е	г	в	F, п.с	G	а	б	Св	д	ж	F											Метка на ножке баллона
ИВ-23	в	а	г	б	д	ж	F	F, п.с	G	е	н	Св											Укороченный вывод 12
ИВ-24	в	а	г	б	д	ж	F	F, п.с	G	е	н	Св											То же
ИВЛ1-18/1	F, п.с	а	б	в	г	д	ж	з	и	к	F	G	л	м	н	о	п	р	с	т	у	Св	Укороченный вывод 22

Примечание. п. с — проводящий слой на внутренней поверхности баллона; F — вывод катода; G — вывод сетки; Св — свободный вывод.

Основные параметры графических индикаторов

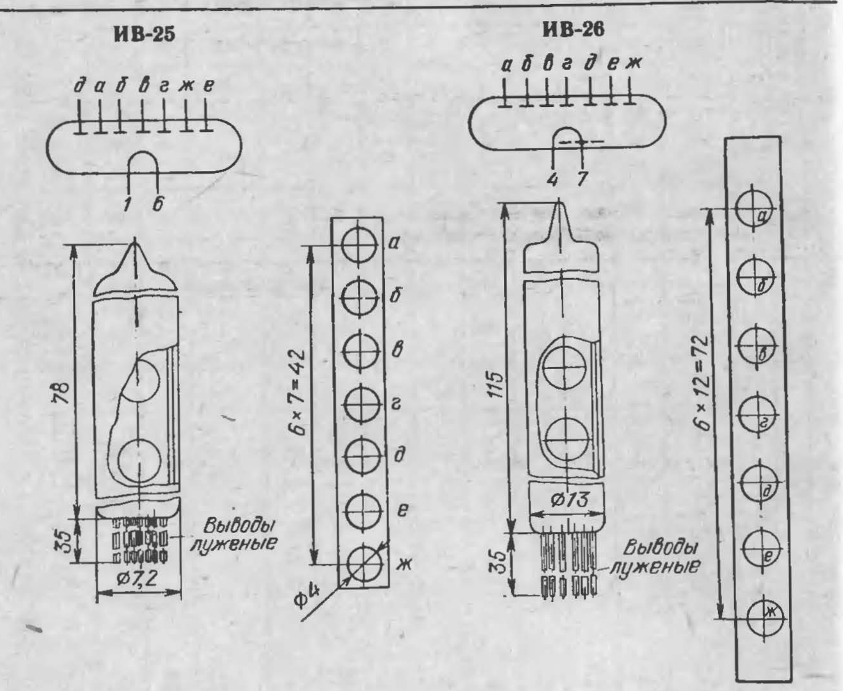
Параметр	Тип индикатора	
	ИВ-25	ИВ-26
Яркость, кд/м²	500	500
Цвет свечения	Зеленый	Зеленый
Диаметр элемента, мм	4	7
Шаг элементов, мм	7	12
Число элементов	1×7	1×7
Напряжение накала, В	2,4	3,15
Ток накала, мА	35±5	80±10
Постоянное напряжение анода-сегмента, В	25	25
Суммарный ток анодов-сегментов, мА	4^{+6}	15^{+7}

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

	ИВ-25	ИВ-26
Напряжение накала, В		
наибольшее	2,65	3,5
наименьшее	2	2,7
Наибольшее постоянное напряжение анода-сегмента, В	30	70
Наименьшая скважность *	$(U_{а.и}/30)^{5/2}$	$(U_{а.и}/70)^{5/2}$

* $U_{а.и}$ — напряжение анода-сегмента импульсное.

Примечание. Минимальная наработка ИВ-25 и ИВ-26 — 5000 ч.



Соединение электродов графических индикаторов с выводами

Номер вывода	Тип индикатора	
	ИВ-25	ИВ-26
1	Катод	Свободный
2	д — анод-сегмент	ж — анод-сегмент
3	а — анод-сегмент	е — анод-сегмент
4	б — анод-сегмент	Катод
5	в — анод-сегмент	д — анод-сегмент
6	Катод, проводящий слой внутренней поверхности баллона	Свободный
7	г — анод-сегмент	Катод, проводящий слой внутренней поверхности баллона
8	ж — анод-сегмент	а — анод-сегмент
9	е — анод-сегмент	б — анод-сегмент
10		в — анод-сегмент
11		г — анод-сегмент
12		Свободный

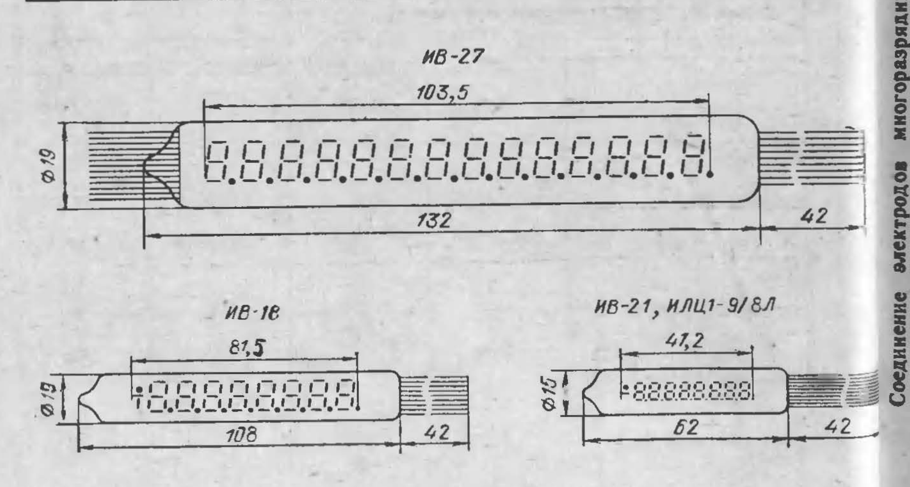
Основные параметры многоразрядных ВЛИ, имеющих цилиндрические баллоны

Параметр	Тип индикатора			
	ИВ-18	ИВ-21	ИВ-27	ИЛЦ1-9/8Л
Размер знака, мм	10,5×5,4	5×2,4	8,7×6	5×2,4
Размер информационного поля, мм	81,5×12	41,5×7	104×11	41,5×7
Число цифровых разрядов *	8	8	14	8
Яркость свечения одного цифрового разряда, кд/м², не менее	900	650	180	600
Напряжение накала, В	4,8	2,4	3,15	2,4

Параметр	Тип индикатора			
	ИВ-18	ИВ-21	ИВ-27	ИЛЦ1-9/8Л
Импульсное напряжение анодов-сегментов, В	50	30	24	30
Импульсное напряжение сеток, В	50	30	24	30
Напряжение запирания, В	—7	—3	—3	—3
Ток накала, мА	75 ... 95	30 ... 45	160 ... 220	30 ... 40
Суммарный ток анодов-сегментов, мА	4 ... 8	1,5	2,5	1,8
Импульсный ток сеток, мА	10	2	3 ... 4	2
Скважность	10±1	10±1	10±1	10±1
Минимальная наработка, ч	15 000	5000	5000	5000
Предельно допустимые эксплуатационные данные:				
Напряжение накала, В: наибольшее	5	2,65	3,5	2,65
наименьшее	4,3	2	3	2,4
Наибольшее импульсное напряжение анодов-сегментов и сеток, В	70	50	50	50

* — без служебных разрядов.

Примечание. Цвет свечения индикаторов — зеленый; контраст — не менее 60%; угол обзора — не менее 80°.



Соединение электродов многоразрядных ВЛИ с выводами цилиндрических баллонов

Тип индикатора	Номер вывода 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	Ориентир для начала отсчета выводов
ИВ-18	F, п.с	и	ж	е	д	д*9	г*9	а*9	г	в	б	а	F	G_9	G_1	G_3	G_5	G_8	G_7	G_6	G_4	G_2	Укороченный вывод 22
ИВ-21	F	г	в	б	а	G_1	G_3	G_5	G_7	F, п.с	G_9	G_8	G_6	G_4	G_2	и	ж	е	д	—	—	—	Укороченный вывод 19
ИВ-27	F, п.с	Св	G_3	Св	G_{14}	Св	G_{12}	Св	G_{10}	G_8	Св	G_9	G_{11}	Св	G_{13}	Св	G_1	Св	G_2	G_4	F	Св	Укороченный вывод 22
	а	б	в	г	д	е	ж	и	G_6	G_5	G_7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Укороченный вывод 11
ИЛЦ1-9/8Л	F	г	в	б	а	G_1	G_3	G_5	G_7	F, п.с	G_9	G_8	G_6	G_4	G_2	и	ж	е	д	—	—	—	Укороченный вывод 19

* аноды-сегменты девятого служебного разряда.

Примечание. Аноды-сегменты всех разрядов соединены между собой; F — вывод катода; п. с. — проводящий слой на внутренней поверхности баллона; G_{1-14} — сетка 1—14-го разряда; Св — свободный.

Основные параметры ВЛИ, имеющих плоские баллоны

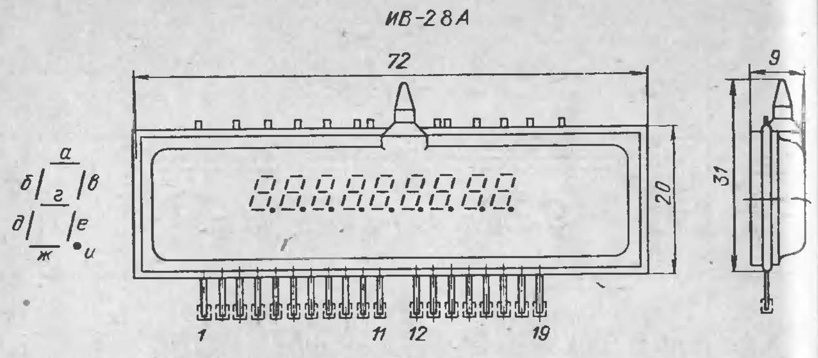
Параметр	Тип индикатора					
	ИВ-28	ИВ-28А	ИВ-28Б	ИВЛ1-7/5	ИВЛ2-7/5	ИВЛ3-7/5
Размер знака, мм	3,2×5,3	3,7×5,5	2,6×4,3	21×11	10×5,8	10×5,8
Размер информационного поля, мм	7×45	5×50	4×35	83×25	48×15	48×15
Число цифровых разрядов *	8	9	8	4	4	4
Яркость свечения одного разряда, кд/м², не менее	300	400	100	200	150	150
Напряжение накала, В	2,4	2,4	2,4	5	2,4	2,4
Импульсное напряжение анодов-сегментов, В	50	50	30	30	24	10
Импульсное напряжение сеток, В	50	50	30	30	24	10
Напряжение запирания, В	—2	—2	—3	—6	—3	—3
Ток накала, мА	35 ... 40	35 ... 40	12 ... 20	108 ... 132	52 ... 64	52 ... 64
Суммарный ток анодов-сегментов, мА	1,5 ... 2,5	1,5 ... 2,5	0,7 ... 2	<12	5	1 ... 2
Импульсный ток сеток, мА	2 ... 3	2 ... 3	0,85 ... 2	<10	7	6 ... 8
Скважность	10±1	10±1	10±1	5±0,5	5±0,5	5±0,5
Минимальная наработка, час	5000	5000	5000	10 000	15 000	15 000
Предельно допустимые эксплуатационные данные:						
Напряжение накала, В:						
наибольшее	2,65	2,65	2,65	5,8	2,65	2,65
наименьшее	2,15	2,15	2,04	4,5	2	2
Наибольшее импульсное напряжение анодов-сегментов и сеток, В	70	70	50	50	50	20

Параметр	Тип индикатора						
	ИВЛ1-8/6	ИВЛ1-8/12	ИВЛ2-8/12	ИВЛ1-8/13	ИВЛ2-8/13	ИВЛ1-8/17	ИВЛ1-8/16Л
Размер знака, мм	19×12	4,8×2,4	4,3×2,4	8,5×4,5	8,5×4,5	9,15×6	5×3
Размер информационного поля, мм	82×25	50×6	44×7	95×12	95×12	130×12	44×7
Число цифровых разрядов *	6	11	12	12	12	17	16
Яркость свечения одного разряда, кд/м², не менее	100	400	170	700	150	150	200
Напряжение накала, В	5	2,4	2,4	5	5	5	3
Импульсное напряжение анодов-сегментов, В	20	30	20	30	30	30	24
Импульсное напряжение сеток, В	20	30	20	30	30	30	24
Напряжение запирания, В	—5	—2,4	—2,4	—5	—5	—5	—3
Ток накала, мА	108 ... 132	25 ... 35	15 ... 17	70 ... 100	70 ... 100	80 ... 120	20 ... 24
Суммарный ток анодов-сегментов, мА	5 ... 10	1 ... 2	1	3 ... 7	3 ... 7	3 ... 7	2 ... 4
Импульсный ток сеток, мА	3,5 ... 8	1 ... 1,5	1 ... 1,5	2,5 ... 7	2,5 ... 7	2,5 ... 7	2,5 ... 7
Скважность	5±0,5	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1	10±1
Минимальная наработка, час	10 000	15 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Предельно допустимые эксплуатационные данные:							
Напряжение накала, В:							
наибольшее	5,5	2,7	2,7	5,5	5,5	5,5	3,3
наименьшее	4,25	2,15	2,15	4,25	4,25	4,25	2,7
Наибольшее импульсное напряжение анодов-сегментов и сеток, В	40	50	30	50	50	50	30

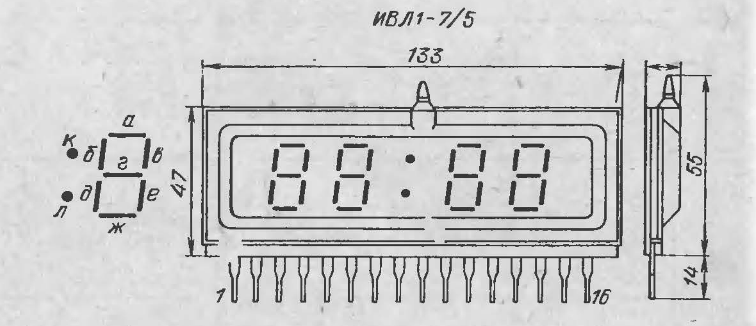
* Кроме служебных разрядов.

Примечание. Цвет свечения всех индикаторов — зеленый; контраст — не менее 60%; угол обзора — не менее 70 град.

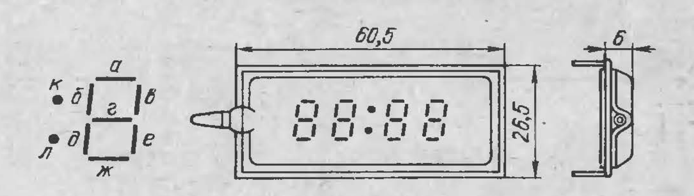
ИВ-28А



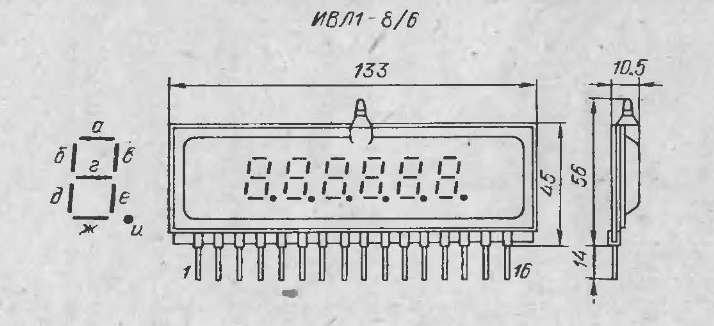
ИВЛ1-7/5



ИВЛ2-7/5, ИВЛ3-7/5



ИВЛ1-8/6



ИВЛ1-8/12

72
9
31
а
б
в
г
д
е
ж
и
$д_д$
$г_д$
1
22

ИВЛ2-8/12

67
8
24
10,5
22
18
17
13
1
6
7
12
а
б
в
г
д
е
ж
и

ИВЛ1-8/13

130
44
34
12
1
27
к
л
м
н
п
а
б
в
г
д
е
ж
и

ИВЛ1-8/16Л

66.5
24
26,5
31,5
26
19
18
9
1
4
5
8
а
б
в
г
д
е
ж
и
к
л
м
н
п
р
с
т

Соединение электродов многоразрядных ВЛИ с выводами плоских баллонов

Тип индикатора	Номер вывода																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ИВ-28 ИВ-28А	F, п. с	G_9	б	G_8	г	G_7	д	G_6	ж	G_5	G_4	и	G_3	е	G_2	в	G_1
ИВ-28Б	F, п. с	б	G_9	г	G_8	д	G_7	G_6	ж	G_5	G_4	и	G_3	е	G_2	G_1	в
ИВЛ1-7/5	F, п. с	к	G_5	г	д	G_4	е	ж	G_3	л	G_2	в	б	G_1	а	F	
ИВЛ2-7/5	F, п. с	G_5	к	г	д	G_4	е	G_3	л	ж	G_2	в	б	а	G_1	F	F
ИВЛ3-7/5	F, п. с	$д_5$	G	$ж_5$	$е_5$	$д_4$	$ж_4$	$е_4$	к, л	G	$д_2$	$ж_2$	$е_2$	$д_1$	$ж_1$	G	$е_1$
ИВЛ1-8/6	F, п. с	г	G_6	д	е	G_5	G_4	и	G_3	ж	G_2	в	G_1	б	а	F	
ИВЛ1-8/12	F, п. с	G_{12}	б	G_{11}	г	G_{10}	G_9	д	G_8	ж	G_7	G_6	и	G_5	е	G_4	G_3
ИВЛ2-8/12	G_{12}	G_{11}	G_{10}	G_9	G_8	G_7	G_6	G_5	G_4	G_3	G_2	G_1	F	и	е	в	а
ИВЛ1-8/13	F, п. с	к	л	м	G_{13}	н, п	б	д	ж	G_{12}	G_{11}	G_{10}	G_9	G_8	G_7	G_6	G_5
ИВЛ1-8/17	F, п. с	к	л	м	G_{17}	н, п	б	д	ж	G_{16}	G_{15}	G_{14}	G_{13}	G_{12}	G_{11}	G_{10}	G_9
ИВЛ1-8/16Л	G_8	G_7	G_6	G_5	G_4	G_3	G_2	G_1	F	с	р	к	м	п	ж	д	в

2 Зак. 1501

Окончание табл.

Тип индикатора	Номер вывода																		
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ИВ-28 ИВ-28А	а	F																	
ИВ-28Б	а	F																	
ИВЛ1-7/5																			
ИВЛ2-7/5	G_1	G_2	G_3	G_4	G_5	F, п. с													
ИВЛ3-7/5	F	$в_1$	$а_1$	G	$б_1$	$г_1$	$в_2$	$а_2$	$б_2$	$г_2$	$в_4$	$а_4$	$б_4$	$г_4$	$в_5$	$а_5$	G	$б_5$	$г_5$
ИВЛ1-8/6																			
ИВЛ1-8/12	в	G_2	а	G_1	F														
ИВЛ2-8/12	б	г	д	ж	F, п. с														
ИВЛ1-8/13	G_4	G_3	G_2	G_1	и	е	г	в	а	F									
ИВЛ1-8/17	G_8	G_7	G_6	G_5	G_4	G_3	G_2	G_1	и	е	г	в	а	F					
ИВЛ1-8/16Л	т	а	б	г	е	и	н	л	F, п.с										

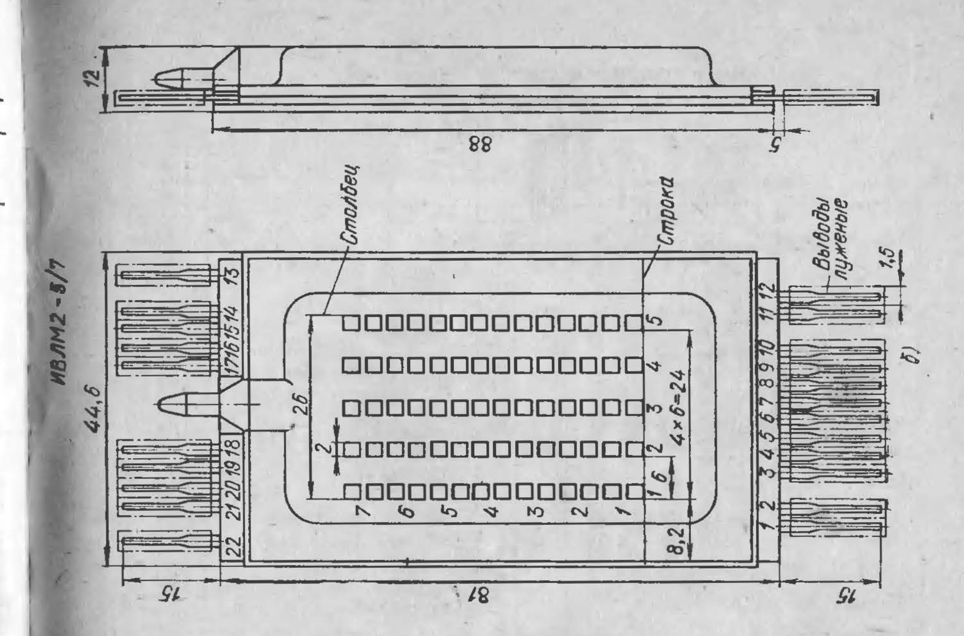
Примечание. п. с. — проводящий слой на внутренней поверхности баллона; F — вывод катода; G_1 — сетка 1-го разряда; G — управляющие сетки индикатора ИВЛ3-7/5 соединены между собой. Одноименные аноды-сегменты цифровых разрядов соединены между собой и имеют общий вывод за исключением индикатора ИВЛ3-7/5; аноды-сегменты служебных разрядов во всех индикаторах имеют самостоятельные выводы.

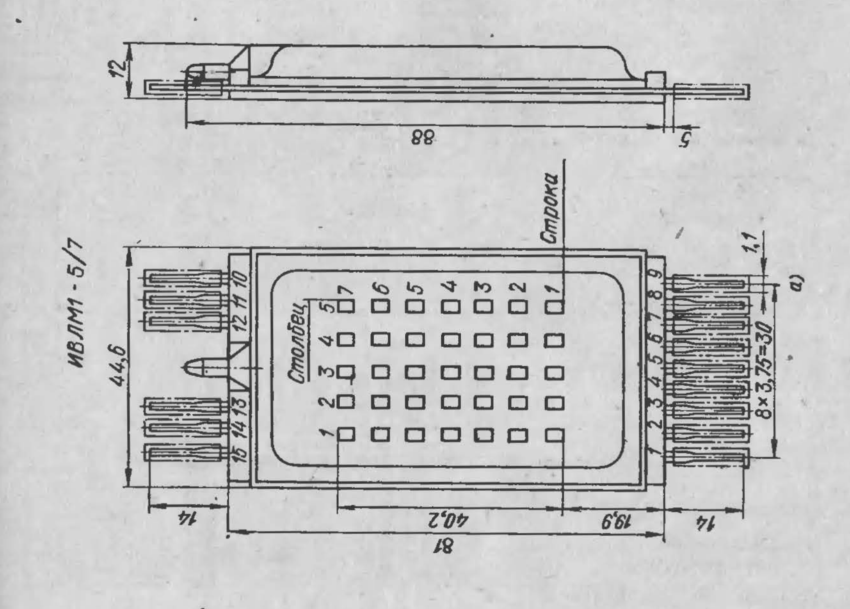
Основные параметры матричных индикаторов

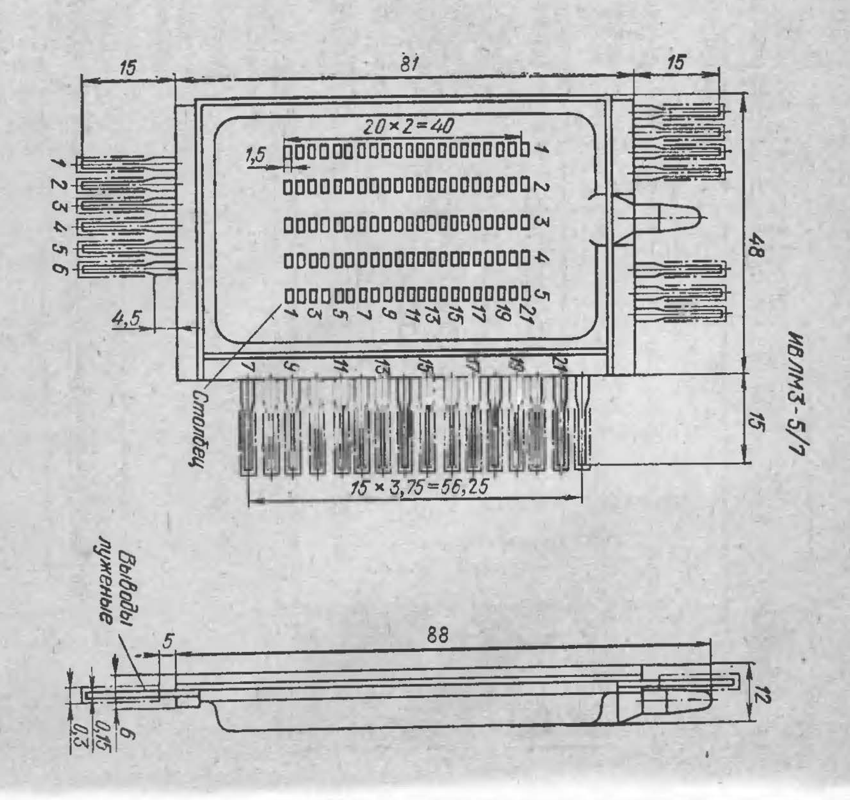
Параметр	Тип индикатора		
	ИВЛМ1-5/7	ИВЛМ2-5/7	ИВЛМ3-5/7
Цвет свечения	Зеленый	Зеленый Красный	Зеленый Красный Синий
Яркость свечения, кд/м²			
зеленого цвета	700	600	400
красного цвета	—	200	200
синего цвета	—	—	200
Отношение ширины элемента к высоте	2 : 3	2 : 2,4	2 : 1,5
Число элементов	35	70	105
Размер информационного поли, мм	26×40,2	26×40	26×41,5
Контраст, не менее, %	60	60	60
Напряжение накала, В	2,8	2,8	2,8
Ток накала, мА	190±20	190±20	190±20
Импульсное напряжение анодов-сегментов, В:			
зеленого цвета	25	25	25
красного цвета	—	50	50
синего цвета	—	—	50
Импульсный ток анодов-сегментов одного столбца, мА:			
зеленого цвета	6,5 ... 13	3 ... 6,5	2,5 ... 6,5
красного цвета	—	5,5 ... 10	3,5 ... 7
синего цвета	—	—	4 ... 7,5
Импульсное напряжение сетки, В	25	25	25
Импульсный ток сетки, мА	3,5 ... 10	4 ... 8,5	4 ... 7,5
Скважность	5	5	5
Минимальная наработка, ч	10 000	10 000	5000

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Напряжение накала, В:			
наибольшее	3,1	3,1	3,1
наименьшее	2,5	2,5	2,5
Наибольшее импульсное напряжение анодов-сегментов, В	70	70	70
Наибольшее импульсное напряжение сетки, В	27	27	27







Соединение электродов матричных индикаторов с выводами

Номер вывода	Тип индикатора					
	ИВЛМ1-5/7		ИВЛМ2-5/7		ИВЛМ3-5/7	
	Электрод	Цвет свечения	Электрод	Цвет свечения	Электрод	Цвет свечения
1	Катод		Элементы 1-й строки	Красный	Катод	
2	Элементы 3-й строки	Зеленый	Катод		Сетка 1-го столбца	
3	Элементы 2-й строки	— » —	Элементы 2-й строки	— » —	Сетка 2-го столбца	
4	Сетка 2-го столбца		Сетка 2-го столбца		Сетка 3-го столбца	
5	Сетка 3-го столбца		Элементы 3-й строки	— » —	Сетка 4-го столбца	
6	Элементы 1-й строки	— » —	Сетка 3-го столбца		Сетка 5-го столбца	
7	Сетка 4-го столбца		Элементы 4-й строки	— » —	Катод	
8	Элементы 4-й строки	— » —	Элементы 5-й строки	— » —	Элементы 1-й строки	Синий
9			Сетка 4-го столбца		Элементы 1-й строки	Красный
10	Катод, проводящий слой		Элементы 6-й строки	— » —	Элементы 2-й строки	Синий
11	Элементы 5-й строки	— » —	Катод		Элементы 2-й строки	Красный
12	Сетка 5-го столбца		Элементы 7-й строки	— » —	Элементы 3-й строки	Синий
13	Элементы 7-й строки	— » —	Элементы 7-й строки	Зеленый	Элементы 3-й строки	Красный
14	Сетка 1-го столбца		Катод, проводящий слой		Элементы 4-й строки	Синий
15	Элементы 6-й строки	— » —	Сетка 5-го столбца		Элементы 4-й строки	Красный
16			Элементы 6-й строки	— » —	Элементы 5-й строки	Синий
17			Элементы 5-й строки	— » —	Элементы 5-й строки	Красный
18			Элементы 4-й строки	— » —	Элементы 6-й строки	Синий
19			Элементы 3-й строки	— » —	Элементы 6-й строки	Красный
20			Элементы 2-й строки	— » —	Элементы 7-й строки	Синий
21			Сетка 1-го столбца		Элементы 7-й строки	Красный
22			Элементы 1-й строки	— » —	Катод, проводящий слой	
23					Элементы 7-й строки	Зеленый
24					Элементы 6-й строки	— » —
25					Элементы 5-й строки	— » —
26					Элементы 4-й строки	— » —
27					Элементы 3-й строки	— » —
28					Элементы 2-й строки	— » —
29					Элементы 1-й строки	— » —

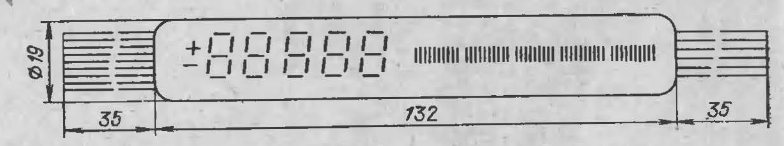
Основные параметры шкальных индикаторов ИВЛШ1-8/13, ИВЛ1-51/5, ИВЛ2-51/5

Параметр	Тип индикатора	
	ИВЛШ1-8/13	ИВЛ1-51/5 ИВЛ2-51/5
Цвет свечения	Зеленый	Зеленый, красный
Яркость свечения, кд/м², не менее	300	500
Контраст, %, не менее	60	60
Угол обзора, град, не менее	45	50
Размер информационного поля, мм	100×10	95×10
Число индексов отсчета:		
основной шкалы	100	50
разметочной шкалы	20	—
Напряжение накала, В	3,15	3,15
Напряжение анодов-сегментов, В:		
постоянное	22 ... 27	22 ... 27
импульсное	50	50
Напряжение сетки, В:		
постоянное	22 ... 27	22 ... 27
импульсное	50	50
запирающее	—(5—7)	—(5—7)
Ток накала, мА	50	70 ... 100
Суммарный ток анодов-сегментов одного столбца:		
зеленого цвета	0,8 ... 2	2,5 ... 4,5
красного цвета		2,5 ... 5
Ток сетки, мА, импульсный	1,5 ... 2,5	2,5 ... 5
Скважность	5±0,5	10±1
Минимальная наработка, ч	10 000	10 000

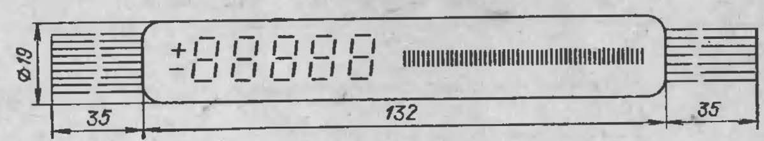




ИВЛ1-51/5



ИВЛ2-51/5



Соединение электродов индикатора ИВЛШ1-8/13 с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
	22-выводная ножка
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона
2	Свободный
3	Сетка 8-й группы
4	Сетка 10-й группы
5	Сетка 12-й группы
6	Сетка 13-й группы
7	Сетка 11-й группы
8	Сетка 9-й группы
9	Свободный
10	Сетка 7-й группы
11	Свободный (вывод укорочен)
12	1, 14, 17, 30, 33, 45, 49, 62, 65, 78, 81, 94, 97 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
13	2, 13, 18, 29, 34, 45, 50, 61, 66, 77, 82, 93, 98 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
14	7, 9, 10, 12 — аноды-сегменты разметочной шкалы
15	3, 12, 19, 28, 35, 44, 51, 60, 67, 76, 83, 92, 99 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
16	Свободный
17	Свободный
18	4, 11, 20, 27, 36, 43, 52, 59, 68, 75, 84, 91, 100 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
19	Служебный знак (правая точка)
20	6, 9, 22, 25, 38, 41, 54, 57, 70, 73, 86, 89 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
21	Катод
22	Свободен, служит ориентиром (вывод укорочен)
	14-выводная ножка
1	7, 8, 23, 24, 39, 40, 55, 56, 71, 72, 87, 88 — аноды-сегменты с 1-й по 12-ю группы
2	5, 8, 11, 14 — аноды-сегменты разметочной шкалы
3	5, 10, 21, 26, 37, 42, 53, 58, 69, 74, 85, 90 — аноды-сегменты с 1-й по 12-ю группы
4	Свободный
5	0, 1, 2, 3, 4, 6, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20 — аноды-сегменты разметочной шкалы
6	Служебный знак (левая точка)
7	0, 15, 16, 31, 32, 47, 48, 63, 64, 79, 80, 95, 96 — аноды-сегменты с 1-й по 13-ю группы
8	Сетка 6-й группы
9	Сетка 5-й группы
10	Сетка 2-й группы
11	Сетка 1-й группы
12	Сетка 3-й группы
13	Сетка 4-й группы
14	Свободен, служит ориентиром (вывод укорочен)

Соединение электродов индикатора ИВЛ1-51/5 с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
	22-выводная ножка
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона
2	Сетка 1-го разряда
3	Сетка 1-й группы (с 1-го по 10-й индекс)
4	Сетка 2-й группы (с 11-го по 20-й индекс)
5	Сетка 4-й группы (с 31-го по 40-й индекс)
6	Сетка 5-й группы (с 41-го по 50-й индекс)
7	Сетка 3-й группы (с 21-го по 30-й индекс)
8	Сетка 2-го разряда
9	Сетка 3-го разряда
10	1, 21, 41 — аноды-сегменты 1, 3, 5-й группы
11	Свободен, вывод укорочен
12	20, 40 — аноды-сегменты 2-й и 4-й групп
13	3, 18, 23, 38, 43 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
14	4, 17, 24, 37, 44 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
15	5, 16, 25, 36, 45 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
16	6, 15, 26, 35, 46 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
17	7, 14, 27, 34, 47 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
18	8, 13, 28, 33, 48 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
19	9, 12, 29, 32, 49 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
20	10, 30, 50 — аноды-сегменты 1, 3 и 5-й групп
21	Катод
22	11, 31 — аноды-сегменты 2-й и 4-й групп. Вывод укорочен и служит ориентиром для отсчета
	14-выводная ножка
1	2, 19, 22, 39, 42 — аноды-сегменты с 1-й по 5-ю группы
2	$а_1$—$а_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
3	$в_1$—$в_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
4	$г_1$—$г_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
5	л — служебный знак
6	$е_1$—$е_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
7	$и_1$—$и_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
8	$ж_1$—$ж_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
9	$д_1$—$д_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
10	Сетка 4-го разряда
11	Сетка 5-го разряда и служебного знака
12	к — служебный знак
13	$б_1$—$б_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
14	Вывод укорочен и служит ориентиром для отсчета

Соединение электродов индикатора ИВЛ2-51/5 с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
	22-выводная ножка
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона
2	Сетка 7-й группы
3	Сетка 1-го разряда

Окончание табл.

4	Сетка 1-й группы
5	Сетка 2-й группы
6	Сетка 2-го разряда
7	Сетка 3-й группы
8	Сетка 4-й группы
9	Сетка 5-й группы
10	Сетка 6-й группы
11	Свободен; вывод укорочен
12	$к_1$—$к_7$ — аноды-сегменты с 1-й по 7-ю группы
13	$л_1$—$л_7$ — аноды-сегменты с 1-й по 7-ю группы
14	$м_1$—$м_7$ — аноды-сегменты с 1-й по 7-ю группы
15	$н_1$—$н_6$ — аноды-сегменты с 1-й по 6-ю группы
16	ц — служебный знак (правая точка)
17	$п_1$—$п_6$ — аноды-сегменты с 1-й по 6-ю группы
18	$р_1$—$р_6$ — аноды-сегменты с 1-й по 6-ю группы
19	$с_1$—$с_6$ — аноды-сегменты с 1-й по 6-ю группы
20	$т_1$—$т_6$ — аноды-сегменты с 1-й по 6-ю группы
21	Катод
22	ч — служебный знак (левая точка); вывод укорочен и служит ориентиром для отсчета
	14-выводная ножка
1	$б_1$—$б_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
2	$в_1$—$в_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
3	$у_5$ — анод-сегмент «плюс»
4	$г_1$—$г_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
5	$ф_5$ — анод-сегмент «минус»
6	$д_1$—$д_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
7	$е_1$—$е_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
8	$ж_1$—$ж_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
9	$и_1$—$и_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
10	Сетка 4-го разряда
11	Сетка 5-го разряда
12	Сетка 3-го разряда
13	$а_1$—$а_5$ — аноды-сегменты с 1-го по 5-й разряды
14	Вывод укорочен и служит ориентиром для отсчета

Основные параметры ИВЛШУ1-11/2

Параметр	ИВЛШУ1-11/2
Яркость, кд/м², не менее:	
зеленого цвета	250
красного цвета	70
Число сегментов	11
Напряжение накала, В	2,4
Ток накала, мА, не более	160
Напряжение питания микросхемы управления, В	—27
Напряжение катод — общий вывод микросхемы управления, В	—24
Напряжение на входах коммутатора логического нуля, В	—1
Ток утечки по входу коммутатора, мкА, не более	5
Ток утечки по аналоговым входам, мкА, не более	10
Напряжение на входах коммутатора логической единицы, В	—9
Напряжение на входах, В	от 0 до —9
Минимальная наработка, ч	10 000

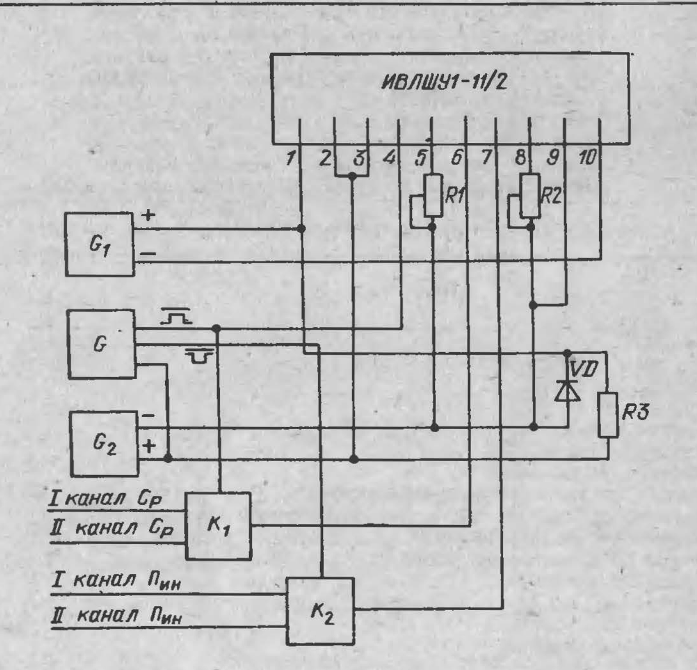
Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Напряжение накала, В	
наибольшее	2,65
наименьшее	2
Наибольшее напряжение питания микросхемы управления, В	—33
Наибольшее напряжение катод — общий вывод микросхемы управления, В	—30
Наибольшее напряжение на входах, В	—14

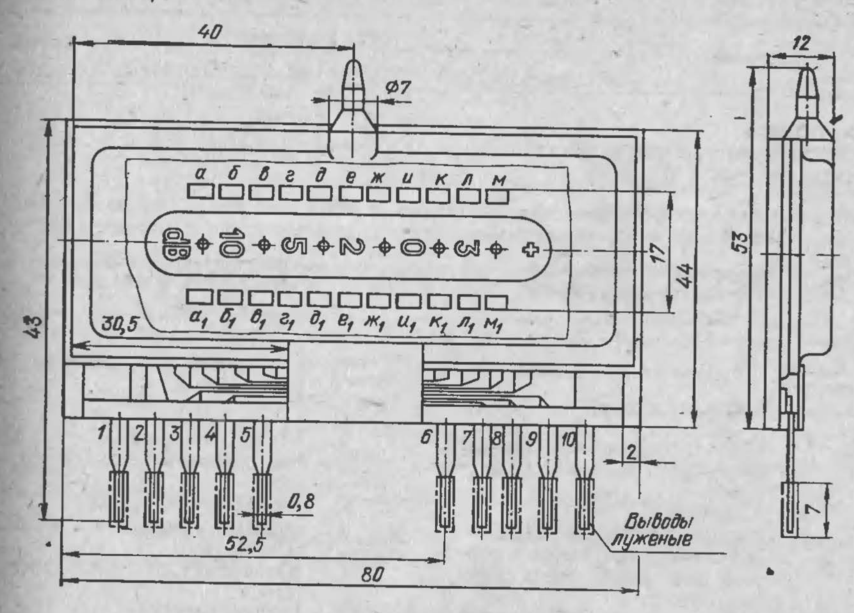
Соединение электродов индикатора ИВЛШУ1-11/2 с выводами и внешним устройством управления

Номер вывода	Подключаемый электрод или участок схемы	Номер вывода	Подключаемый электрод или участок схемы
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона	6	Вход управления 1
2	Оцифровка индикатора	7	Вход управления 2
3	Общий вывод	8	Вход 2
4	Вход коммутатора	9	Питание микросхемы управления
5	Вход 1	10	Катод

Примечание. Индикатор имеет два варианта оцифровки шкалы: один вариант показан на табло индикатора, второй — внизу рисунка.



ВЛШУ1-11/2



− ⌖ 10 ⌖ 5 ⌖ 2 ⌖ 0 ⌖ 3 ⌖dB

Основные параметры индикаторов

Параметр	Тип индикатора					
	ИЛТ4-30М	ИЛТ1-8М	ИЛМ1-7Л	ИЛТ5-30М	ИЛТ6-30М	ИЛТ7-30М
Яркость элементов, кд/м², не менее:						
зеленого цвета	300	300	700	300	400	400
красного цвета	70	70		70	70	70
Размер информационного поля, мм²	15×67	8×42	20×65	14×70	16×95	18×100
Габаритные размеры одного элемента, мм						
цифры	3,6	4	4,5×9	1×4		
риски	0,8×3,5	0,8×4		0,8×3,5	1,8×3,75	2×3,85
Напряжение накала, В	3,5	2,4	3,15	3,5	5	5
Напряжение сетки, В	15 ... 25	15 ... 25	27 ... 30	15 ... 25	15 ... 25	15 ... 25
Напряжение анодов-сегментов, В	27 ... 30	27 ... 30	27 ... 30	27 ... 35	27 ... 35	27 ... 35
Ток накала, мА	115	90	95	115	130	130
Ток сетки, мА	5	2 ... 4	9	3	4 ... 10	7 ... 14
Ток анодов-сегментов, мА	14	8 ... 16	8	2	7 ... 12	7 ... 12

Параметр	Тип индикатора					
	ИЛТ4-30М	ИЛТ1-8М	ИЛМ1-7Л	ИЛТ5-30М	ИЛТ6-30М	ИЛТ7-30М
Скважность	2	2	5	5		
Минимальная наработка, тыс. час	10	15	15	10	15	15

Примечание. Контраст всех индикаторов не менее 60%; угол обзора не менее 40°.

Соединение электродов индикатора ИЛТ4-30М с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона
2	Свободный
3	Аноды элементов «Левый», «Правый», оцифровка и первые две риски слева каждой шкалы
4	Управляющая сетка верхней шкалы
5	Управляющая сетка нижней шкалы
6—15	Аноды рисок 3—22
16—19	Аноды рисок 23—32
20	Катод

Соединение электродов индикатора ИЛТ1-8М с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод, проводящий слой на внутренней поверхности баллона
2	Управляющая сетка
3	Аноды элементов «ЧМ», «Стерео»
4	Оцифровка и 1—3 риски слева
	Аноды рисок:
5	4, 5
6	6, 7
7	8, 9
8	10, 11
9	12, 13
10	14, 15
11	16, 17, 18
12	Катод

Соединение электродов индикатора ИЛМ1-7Л с выводами

Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод
2	Аноды-сегменты а, 1, 2, 4 и 6-го цифровых разрядов, элемент Б
3	Аноды-сегменты в, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов, элемент А
4	Аноды-сегменты б, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов
5	Управляющая сетка элементов, элементы «Вкл», «Выкл», 1, А, Б
6	Аноды-сегменты е, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов и элементы «Вкл», «Дп»
7	Аноды-сегменты д, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов
8	Управляющая сетка элементов «ВС», «ДП», «ПП», 2
9	Аноды-сегменты ж, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов, элементы «Выкл», ПП, В
10	Аноды-сегменты г, 1, 2, 4 и 5-го цифровых разрядов
11	Управляющая сетка 5-го разряда и элементов ПН, 3
12	Управляющая сетка 4-го разряда и элементов ВТ, 4
13	Управляющая сетка 3-го разряда и элементов СР, 5

Номер вывода	Наименование электрода
14	Управляющая сетка 2-го разряда и элементов ЧТ, 6
15	Управляющая сетка 1-го разряда и элементов ПТ, Э
16	Управляющая сетка элементов СБ, В, Н
17	Аноды-сегменты 1—7 и Н
18	Анод-сегмент $г_3$
19	Анод-сегмент *Л*
20	Катод; проводящий слой на внутренней поверхности баллона

Примечание. ВС — воскресенье, ПН — понедельник, ВТ — вторник, СР — среда, ЧТ — четверг, ПТ — пятница, СБ — суббота; ДП — время до полудня; ПП — время после полудня; 1-й и 2-й цифровые разряды показывают часы текущего времени, 3-й разряд ($г_3$, *л*) — отображает секундный ритм часов, 4-й и 5-й цифровые разряды показывают минуты, Н — номер дня недели.

Соединение электродов индикатора ИЛТ5-30М с выводами

Номер вывода	Наименование электрода	Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод; проводящий слой на внутренней поверхности баллона		*Аноды-сегменты 1-го разряда*
	Аноды-сегменты 3-го разряда	16	е
2	е	17	в
3	в	18	а
4	а	19	д
5	д	20	б
6	б	21	ж
7	ж	22	г
8	г	23—32	Аноды рисок 2—11
	Аноды-сегменты 2-го разряда	33—36	Аноды рисок 12—15
9	е	37	Управляющая сетка нижней шкалы
10	в	38	Управляющая сетка верхней шкалы
11	а	39	Аноды всех трафаретов, оцифровка, первые риски слева каждой шкалы
12	д	40	Катод
13	б		
14	ж		
15	г		

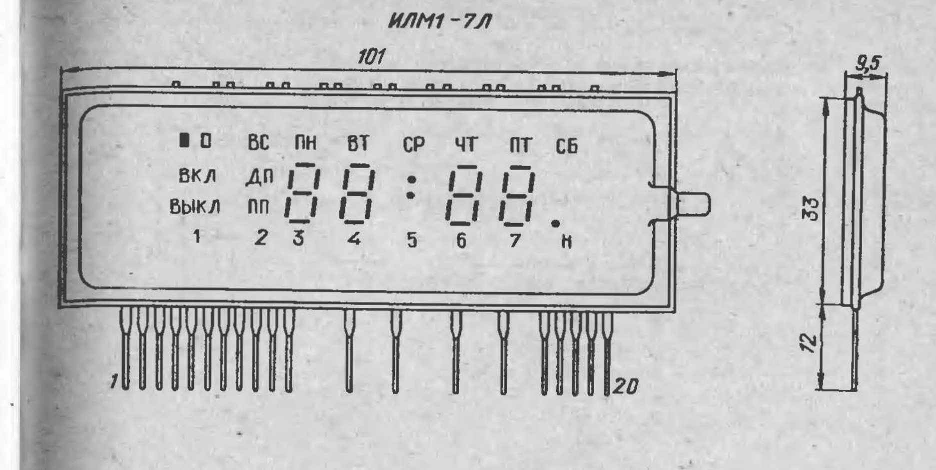
Соединение электродов индикатора ИЛТ6-30М с выводами

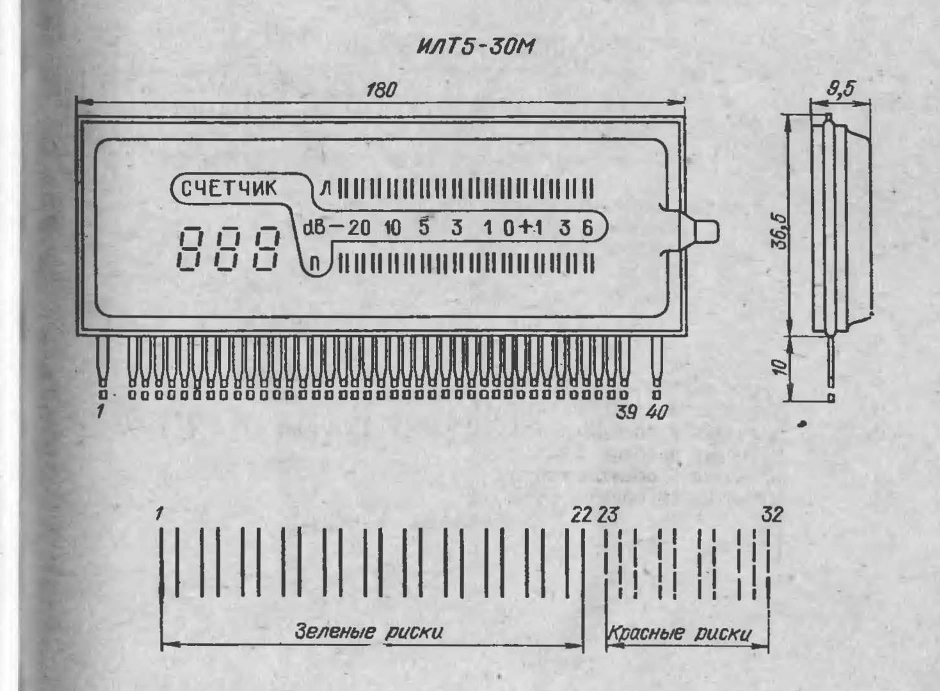
Номер вывода	Наименование электрода	Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод; проводящий слой на внутренней поверхности баллона	14	Отметки 9 обеих шкал
		15	Отметки 10 обеих шкал
		16	Отметки 11 обеих шкал
		18	Отметки 12 обеих шкал

2	Оцифровка, элемент «dB», первые слева отметки каждой шкалы	19	Отметки 13 обеих шкал
		20	Отметки 14 обеих шкал
		21	Отметки 15 обеих шкал
3	Управляющая сетка верхией шкалы, элементов «1К», «Запись»	23	Элемент «Fe»
		24	Элемент «ПШ»
		25	Элемент «Сг»
4,6,12, 17, 22,27	Управляющая сетка нижней шкалы, элементов «2К», «ПШ»,	26	Элемент
5	Отметки 2 обеих шкал	28	Элемеит
7	Отметки 3 обеих шкал		
8	Отметки 4 обеих шкал		
9	Отметки 5 обеих шкал	29	Свободный
10	Отметки 6 обеих шкал	30	Элемент «Запись»
11	Отметкн 7 обеих шкал	31	Катод
13	Отметки 8 обеих шкал		

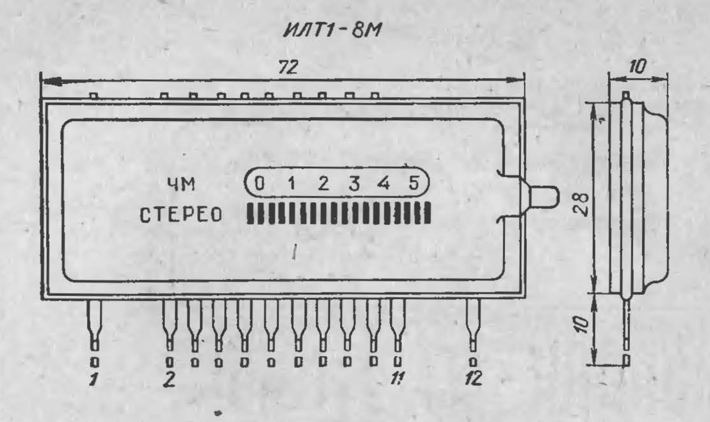
Соедииение электродов индикатора ИЛТ7-30М с выводами

Номер вывода	Наименование электрода	Номер вывода	Наименование электрода
1	Катод; проводящий слой на внутренней поверхности баллона	14	Отметки 11 обеих шкал
		15	Отметки 12 обеих шкал
		16	Отметки 13 обеих шкал
2	Оцифровка; элемент «dB», первый слева отметки обеих шкал	17	Отметки 14 обеих шкал
		18	Отметки 15 обеих шкал
		19	Управляющая сетка элемеитов «Запись», «Fe», «Сг», «ПШ»,
3	Управляющая сетка нижней шкалы и элемента «2К»		
4	Управляющая сетка верхней шкалы и элемента «1К»		
5	Отметки 2 обеих шкал (слева)	20	Элемент «Fe»
6	Отметки 3 обеих шкал	21	Элемент «ПШ»
7	Отметки 4 обеих шкал	22	Элемент «Сг»
8	Отметки 5 обеих шкал		
9	Отметки 6 обеих шкал		
10	Отметки 7 обеих шкал	23	Элемент
11	Отметкн 8 обеих шкал		
12	Отметки 9 обеих шкал		
13	Отметки 10 обеих шкал		
		24	Элемент
		25	Элемент «Запись»
		26	Катод

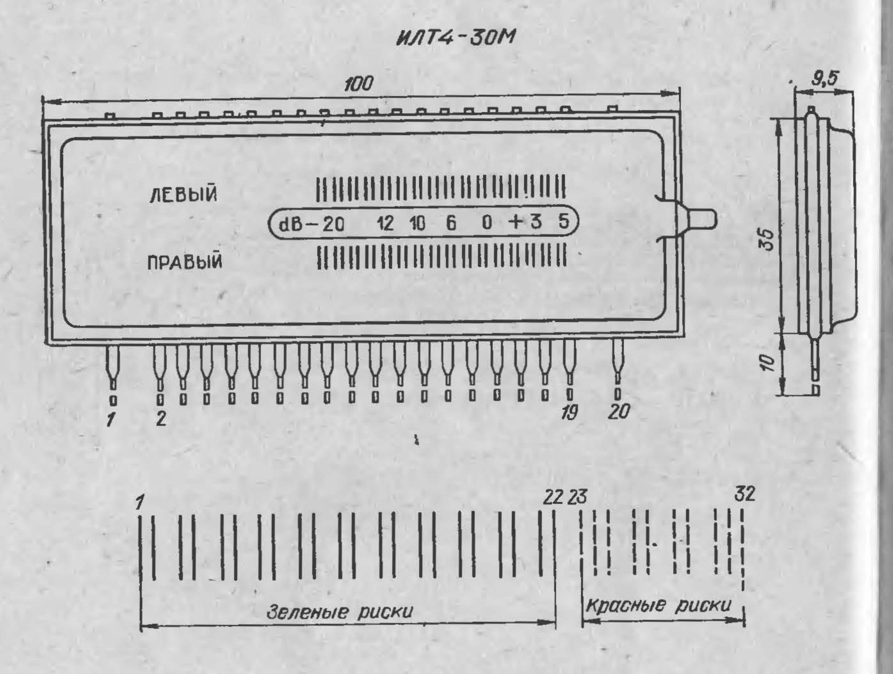




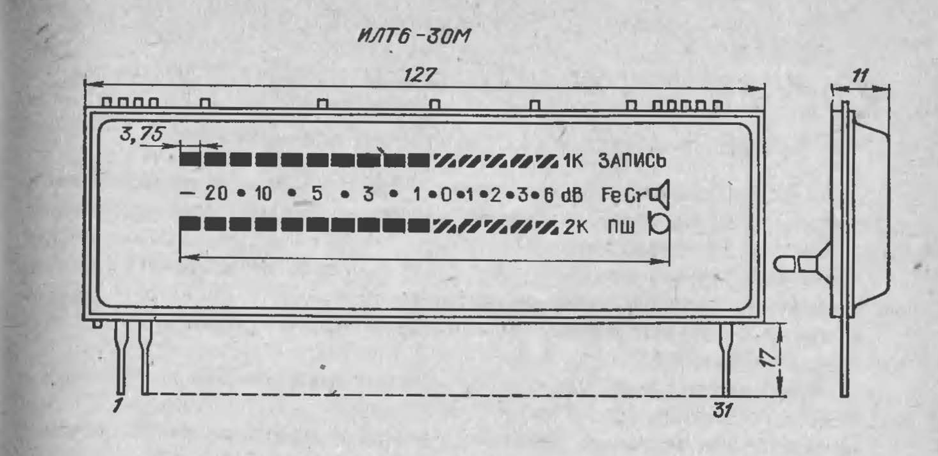
ИЛТ1-8М



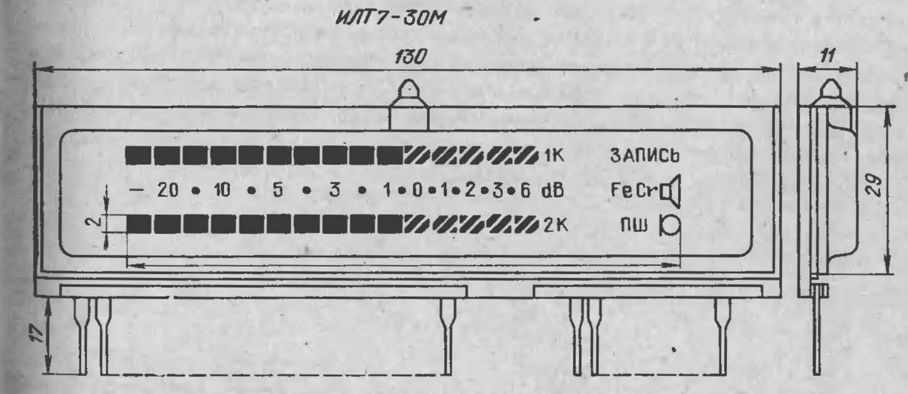
ИЛТ4-30М



ИЛТ6-30М



ИЛТ7-30М



Глава 3
ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ

Принцип действия и конструктивные модификации

Жидкокристаллические индикаторы (ЖКИ) являются пассивными индикаторами, преобразующими падающий на них свет. Они обладают рядом достоинств, к числу которых относятся:

малая потребляемая мощность (для ЖКИ на основе твист-эффекта удельная мощность потребления несколько единиц мкВт/см²);

низкие рабочие напряжения (1,5...5 В) и хорошая совместимость с КМОП--микросхемами;

удобное конструктивное исполнение — плоская форма экрана и ограниченная толщина индикатора (до 0,6 мм);

возможность эффективной индикации в условиях сильной внешней засветки;

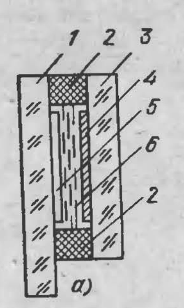
большая долговечность (около 10—12 лет непрерывной работы).

Основные недостатки — сравнительно низкое быстродействие, ограниченный угол обзора и необходимость внешнего освещения.

Жидкие кристаллы (ЖК) называют также анизотропными жидкостями, электрические и оптические свойства которых зависят от направления их наблюдения. Плотность ЖК близка к плотности воды и незначительно отличается от единицы. Жидкие кристаллы — диамагнитный материал; ЖК выталкиваются из магнитного поля; ЖК относятся к диэлектрикам; удельное сопротивление составляет $10^6 ... 10^{16}$ Ом·см и зависит от наличия и концентрации проводящих примесей. Теплопроводность ЖК в направлении вдоль молекул отличается от теплопроводности в поперечном по отношению к молекулам направлении.

Вследствие анизотропии электрических и оптических свойств в ЖК наблюдаются электрооптические эффекты, связанные с движением вещества — динамическое рассеяние (ДР), а также с поворотом молекул в электрическом поле — твист-эффект (ТЭ) и эффект гость — хозяин (Г — Х).

Конструктивные схемы ЖКИ показаны на рис. 3.1.



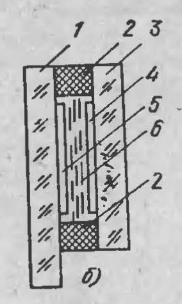


Рис. 3.1. Конструкция ЖКИ, работающих на отражение (*а*) и на просвет (*б*):

1, 3 — стеклянные пластины; *2* — склеивающее соединение; *4* — задний отражающий (*а*) и прозрачный (*б*) электроды; *5* — передний прозрачный электрод; *6* — ЖК

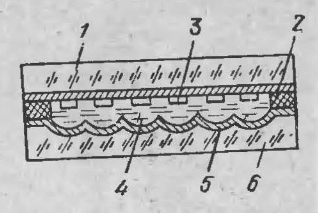


Рис. 3.2. Конструкция ЖКИ с оптическими отражающими элементами:

1, 6 — стеклянные пластины; *2* — склеивающие соединения; *3* — прозрачные электроды; *4* — ЖК; *5* — отражающее покрытие

Основой простейшего индикаторного элемента с использованием ЖК являются две стеклянные пластины. Вне зависимости от используемого электрооптического эффекта ЖКИ разделяются на два класса: индикаторы, работающие на просвет, и индикаторы, работающие на отражение. У первых (рис. 3.1,*а*) обе стеклянные пластины прозрачны; электродами служат прозрачные электропроводящие пленки (например, двуокись олова), между которыми помещено ЖК вещество. За индикатором помещается источник света. Цвет и яркость индикатора определяются цветом и яркостью источника света. У вторых (рис. 3.1,*б*) «задний» электрод изготовлен в виде зеркала; на соответствующую пластину наносится прозрачная, проводящая, отражающая свет пленка (например, пленка алюминия, никеля, золота). Такой индикатор использует внешнее отражающее освещение (специальная подсветка отсутствует).

Конфигурация электродов индикатора определяется либо формой исходных стеклянных пластин, либо технологией металлизации. Как правило, пластины и электроды плоские, но в ряде приборов внутренняя поверхность задней пластины имеет сложную форму (рис. 3.2), образующую ряд оптических элементов, обеспечивающих отражение излучения в направлении источника света.

В ЖКИ, работающем на основе ДР, при приложении электрического поля напряженностью около 5 кВ/см (примерно 30 В — к пленке ЖК толщиной 0,25 мм) молекулы переориентируются, возникают турбулентность и сильное оптическое рассеяние. Материал, прозрачный в отсутствие поля, становится непрозрачным. В таком ЖКИ, работающем на отражение, задний электрод представляет собой зеркало, на котором при подаче напряжения появляются участки молочно-белого цвета, форма которых соответствует конфигурации электродов. Для повышения однородности и четкости изображения, а также срока службы на поверхность проводящих слоев наносится тонкое химически инертное по отношению к ЖК оптически прозрачное покрытие. Материалом таких покрытий служат винилацетатные смолы, смолы на основе этилена, эпоксидные компаунды и т. п. (рис. 3.3).

Заднюю стеклянную пластину индикатора чернят (рис. 3.4); тогда на черном фоне возникает белое изображение.

В ЖКИ с использованием ТЭ, работающем на отражение, стеклянные пластины расположены между двумя скрещенными поляризаторами, за задним из которых помещен диффузный отражатель. Поверхности пластин, обращенные к ЖК, полируются, чтобы молекулы ЖК в слоях, прилегающих к ним, ориентировались во взаимно перпендикулярных направлениях; в промежуточных слоях осуществляется постепенный поворот направлений ориентации.

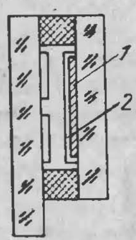


Рис. 3.3. Защита отражающего электрода химически инертной пленкой:

1 — отражающий электрод; *2* — пленка



Рис. 3.4. Схема чернения стеклянной пластины

В отсутствие электрического поля свет в индикаторе следует за вращением молекул и на выходе индикатора плоскость его поляризации оказывается повернутой на 90°; свет проходит через индикатор. При наличии электрического поля ориентация молекул изменяется, плоскость поляризации света, проходящего через индикатор, не вращается и свет не проходит через индикатор. Так как отражатель диффузный, на слабоокрашенном сером фоне отображаются темные знаки.

В ЖКИ на основе ТЭ, работающем на просвет, поляризаторы устанавливают так, чтобы их плоскости поляризации были параллельны друг другу. Индикатор не пропускает свет в отсутствие электрического поля и пропускает при подаче напряжения.

Опыт практического применения ЖКИ на эффекте ДР и ТЭ выявил достоинства индикаторов этих типов, показал их конкурентоспособность с другими классами индикаторов. К числу достоинств таких ЖКИ относится высокая эффективность. Индикаторы на эффекте ДР характеризуются уровнем потребляемой мощности 5...10 мкВт/см² для постоянного тока (0,5...1,0 мкА/см²) и 50...200 мкВт/см² для переменного тока (2...10 мкА/см²). Для индикаторов на основе ТЭ удельная потребляемая мощность составляет не более 20 мкВт/см² (менее 2 мкА/см²). По экономичности ЖКИ намного превосходят современные светоизлучающие диоды. К достоинствам ЖКИ на эффекте ДР и ТЭ можно отнести способность сохранять и увеличивать контраст изображения при повышении уровня внешней освещенности, прямую совместимость с КМОП-микросхемами, обеспечивающую возможность низковольтного управления ЖКИ; рабочее напряжение ЖКИ на эффекте ДР не превышает 20, а на ТЭ — 5 В. Они имеют удобное конструктивное оформление. Индикаторы плоские; толщина индикатора практически определяется толщиной двух стекол и может составлять 0,6...0,8 мм. Велика их долговечность при эксплуатации на переменном токе — более 40 тыс. ч.

Вместе с тем ЖКИ характеризуются сравнительно низким быстродействием (десятки миллисекунд, особенно при пониженной температуре) и явно выраженной зависимостью параметров от температуры окружающей среды.

Индикаторы на эффекте ДР и ТЭ преимущественно применяются там, где экономичность играет решающую роль: в электронных наручных часах, микрокалькуляторах с автономным питанием, портативных многофункциональных измерительных приборах, индикаторах для переносных радиоприемников, магнитофонов, автомобильных индикаторных устройствах и т. п.

В индикаторах на эффекте Г—Х тонкий слой ЖК — «хозяина» взаимодействует с молекулами «гостя». Слой ЖК — хозяина за счет поглощения световой энергии при отсутствии электрического поля приобретает характерную для красителя (гостя) окраску; под воздействием электрического поля он обесцвечивается. Но существуют также вещества гостя и хозяина, в которых окрашивание происходит под воздействием электрического поля. Цветовые различия в индикаторах на эффекте Г—Х хорошо воспринимаются в условиях высокой освещенности даже при небольшом яркостном контрасте.

Жидкокристаллические индикаторы, предназначенные для работы в условиях низкой освещенности (менее 35 кд/м²) работают с подсветкой. Для подсветки используются лампы накаливания со средней мощностью примерно 0,5 Вт для знака высотой 2,5 см. Подсветка может быть создана различными

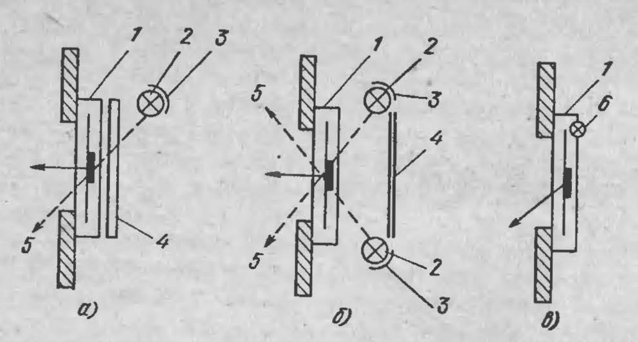
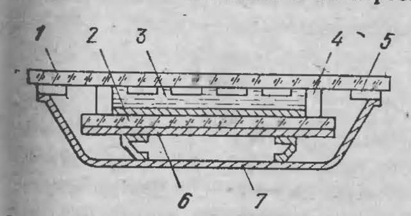


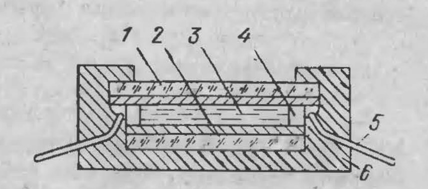
Рис. 3.5. Конструкции ЖКИ с подсветкой:
1 — ЖК; 2 — лампа подсветки; 3 — рефлектор; 4 — жалюзи; 5 — направление излучения лампы (сплошными линиями со стрелками показано оптимальное направление наблюдения изображения)

способами, например с использованием лампы накаливания, свет которой проходит через жалюзи, что обеспечивает удобство наблюдения изображения в направлении, перпендикулярном поверхности индикации (рис. 3.5,а). Для увеличения угла обзора можно использовать две лампы накаливания (рис. 3.5,б). Сверхминиатюрную лампу накаливания можно встроить непосредственно между пластинами ЖК (рис. 3.5,в).

Для повышения механической прочности ЖКИ изготовляют с металлическими крышками (рис. 3.6), которые закрывают заднюю стеклянную пластину, слой ЖК и герметически соединяются с лицевой пластиной. Такое конструктивное решение повышает влагостойкость индикатора. Для этого же ЖКИ размещают в пластмассовых корпусах (рис. 3.7).

Один из возможных принципов построения аналогового ЖКИ иллюстрируется рис. 3.8. Источник опорного напряжения $U_{оп}$ подключен к выводам оптически прозрачного электрода, имеющего высокое сопротивление. Измеряемое напряжение $U_{изм}$ подано между одним из концов этого же электрода и электродом с низким сопротивлением. Распределение потенциала по длине индикатора при трех значениях измеряемого напряжения показано на рис. 3.8,б ($U_{изм}=0$, $0<U_{изм}<U_{оп}$, $U_{изм}=U_{оп}$). Индикатор возбуждается, если результирующее напряжение на жидком кристалле $|U_{изм}+U_{оп}|$ превышает пороговое напряжение возникновения электрооптического эффекта $U_{пор}$. Участок невоз-


Рис. 3.6. Жидкокристаллический индикатор с металлической крышкой:
1 — лицевая стеклянная пластина; 2 — задняя стеклянная пластина; 3 — ЖК; 4 — склеивающее соединение; 5 — место закрепления крышки; 6 — металлическая пленка; 7 — металлическая крышка


Рис. 3.7. Жидкокристаллический индикатор в пластмассовом корпусе:
1 и 2 — стеклянные пластины; 3 — ЖК; 4 — склеивающее соединение; 5 — вывод; 6 — пластмассовый корпус

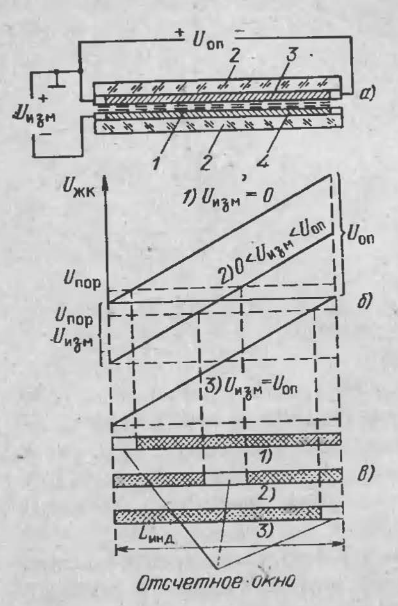


Рис. 3.8. Схема, иллюстрирующая принцип действия аналогового ЖКИ:
а — конструкция; *б* — распределение напряжений; *в* — положения отсчетного окна

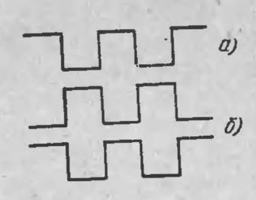


Рис. 3.9. Знакопеременное управляющее напряжение ЖКИ:
а — импульсы напряжения прямоугольной формы; *б* — напряжения, сдвинутые по фазе

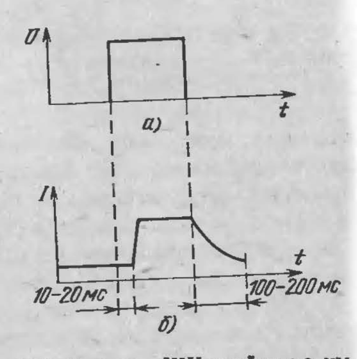


Рис. 3.10. Реакция ЖК ячейки на импульс управляющего напряжения:
а — импульс управляющего напряжения; *б* — ток через ЖК

бужденного жидкого кристалла, соответствующий отрезку длины индикатора, на котором выполняется условие $|U_{зап}+U_{оп}|<U_{пор}$ образует отсчетное окно, которое при изменении значения $U_{изм}$ перемещается по длине индикатора.

На рис. 3.8,*в* показаны три положения отсчетного окна, соответствующие указанным значениям измеряемой величины. Положение отсчетного окна на длине индикатора $L_{инд}$ можно отградуировать в единицах измеряемой величины. Для уменьшения ширины отсчетного окна (повышения точности измерений) удобно использовать жидкие кристаллы, работающие с использованием твист-эффекта; в этом случае пороговое напряжение мало — около 1...2 В.

Управление ЖКИ

Способы управления индикаторными панелями (ИП) на основе ЖК материалов определяются особенностями их физических свойств. Так, долговечность ЖКИ, работающего на постоянном токе, примерно на порядок ниже, чем при использовании переменного напряжения. Снижение долговечности в варианте постоянного тока обусловлено миграцией примесей к отражающему электроду под воздействием постоянной составляющей управляющего сигнала, в результате — падает контрастность и растет напряжение возбуждения.

Предпочтительным оказывается возбуждение ЖКИ переменным током. В этом случае на электроды передней и задней пластин подаются импульсы на-

пряжения прямоугольной формы (рис. 3.9,*а*) одинаковой полярности, но сдвинутые по фазе так, что управляющее напряжение представляет собой биполярный сигнал, не имеющий постоянной составляющей (рис. 3.9,*б*).

Для ЖК материалов характерна заметная инерционность при возбуждении и снятии возбуждения. Ячейка включается с запаздыванием на 10...20 мс (время реакции) по отношению к фронту возбуждающего импульса, а время выключения (время релаксации) примерно на порядок превышает время включения (рис. 3.10,*б*).

Известны различные способы уменьшения времени выключения ЖК ячеек. Можно после снятия напряжения возбуждения через несколько миллисекунд подать на ячейку короткий импульс относительно большой амплитуды. При этом ускоряется процесс нейтрализации ионов, накопленных в ЖК за время действия управляющего импульса, дипольные моменты молекул ЖК ориентируются параллельно вектору напряженности электрического поля и рассеяние света быстро прекращается. Несмотря на простоту, этот способ неудобен, так как требует использования устройства генерирования импульсов высокого напряжения.

При возбуждении ячейки переменным напряжением после прекращения возбуждающего напряжения можно подать сигнал частотой 10...40 кГц в течение нескольких миллисекунд; за это время ячейка гаснет. Время выключения (релаксации) сокращается до 5...10 мс.

Возбуждение ЖКИ может осуществляться частотным или фазовым способом. Частотный способ иллюстрируется схемой, показанной на рис. 3.11. Она состоит из инвертора, двух вентилей (*1* и *2*) с двумя входами и транзисторного ключа. К коллектору транзистора приложено постоянное напряжение, равное удвоенной амплитуде переменного напряжения возбуждения (40 В). На вход одного из вентилей подано переменное напряжение частоты 30...500 Гц, на вход другого — напряжение частоты 10...40 кГц. С коллектора транзистора на сегмент индикатора подаются импульсы прямоугольной формы соответствующей частоты амплитудой 40 В. На общий электрод индикатора подается постоянное напряжение для компенсации постоянной составляющей возбуждающего сигнала. При подаче управляющего сигнала, соответствующего режиму включения сегмента индикатора на выходе вентиля *1* формируется положительный сигнал, переключающий транзистор с частотой возбуждения 30...500 Гц. Сигнал на выходе вентиля *2* в это время отсутствует. При изменении полярно-

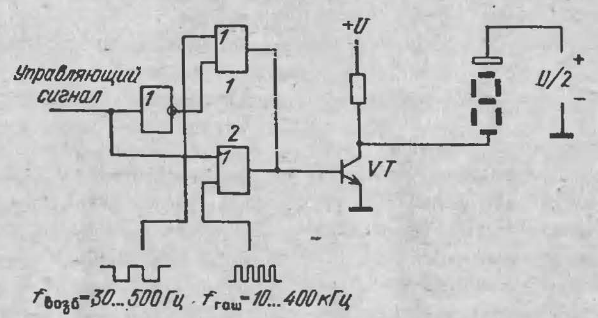


Рис. 3.11. Принципиальная схема возбуждения ЖКИ сигналами переменной частоты

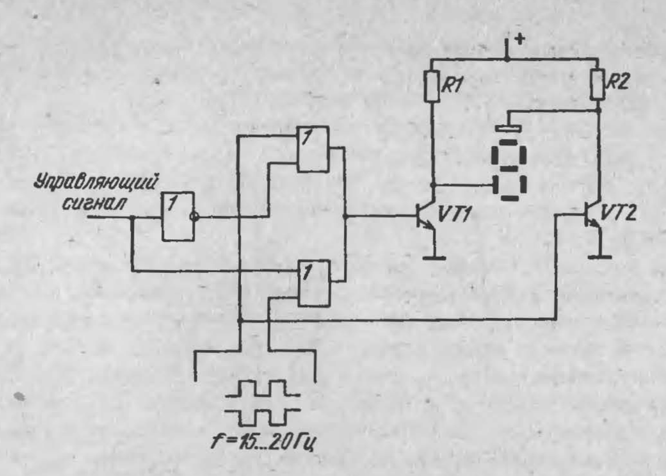


Рис. 3.12. Принципиальная схема возбуждения ЖКИ фазовым методом

сти управляющего сигнала на выходе вентиля *2* возникает сигнал гашения сегмента с частотой 10...400 кГц. Устройство управления (без формирователей) удобно выполнять на комплементарных МДП-схемах серии К176.

Фазовый метод (рис. 3.12) предусматривает подачу на входы вентилей импульсов напряжения с частотой 15...25 Гц, сдвинутых по фазе относительно друг друга на 180°. В зависимости от уровня управляющего сигнала на сегмент с выхода формирователя подаются напряжения различных фаз. Сегмент не возбуждается при совпадении фаз на электродах ЖКИ; возбуждение происходит при различных фазах.

По сравнению с частотным фазовый метод позволяет вдвое снизить напряжение питания, однако при этом не удается сократить время включения ЖКИ. При использовании фазового метода информацию можно выводить до 5 раз в секунду, это достаточно для цифровых приборов, калькуляторов, электронных часов. При более высоких частотах смены информации, например при динамическом принципе индикации, целесообразно использовать частотный метод управления.

Управление многоразрядными ЖКИ может осуществляться в статическом или динамическом режиме.

Структурная схема управления индикатором в статическом режиме показана на рис. 3.13. Каждое знакоместо индикатора З₁—Зₙ подключено к регистру оперативной памяти $Р_{оп}$. Каждая кодовая комбинация регистра преобразуется в сегментный код индикатора дешифраторами управления ДУ, с выхода которых информация в коде индикатора через ключи блока формирователей БФ используется для коммутации питания сегментов индикаторов.

Информация (код двоично-десятичный)

Рис. 3.13. Структурная схема параллельного (статического) управления индикатором

Для этого устройства управления характерно полное использование контраста знакоместа, так как время возбуждения свечения равно длительности цикла индикации. Недостаток схемы — необходимость иметь для каждого знакоместа свой дешифратор и формирователь для каждого сегмента. Число внутрисхемных соединений велико, оно равно произведению числа выходов на один цифровой разряд на число цифровых разрядов.

Информация (код двоично-десятичный)

Рис. 3.14. Структурная схема динамического управления ЖКИ с последовательной выборкой знакоместа

При динамическом управлении пространственно разделенные разряды работают последовательно во времени. Возможны два типа управления — с последовательной выборкой знакоместа и с последовательной выборкой цифры.

В первом случае (рис. 3.14) распределитель знакомест $Р_{зм}$ последовательно через формирователи $Ф_1$—$Ф_n$ возбуждает знакоместа десятичных разрядов $З_1$—$З_n$, на которые синхронно с помощью коммутатора К, управляемого $Р_{зм}$ и дешифратором цифр $ДШ_ц$, с регистра памяти подается информация, подлежащая индикации.

Такт распределителя $T_р = n\tau_р$, где $\tau_р$ — время возбуждения одного разряда, а n — число разрядов. Частота распределителя $f_р = 1/T_р = 1/(n\tau_р)$ должна быть выше или равной некоторой критической частоты $f_{кр}$, при которой мерцание разрядов незаметно, т. е. $f_р = nf_{кр}$.

При последовательной выборке цифры дешифратор цифр $ДШ_ц$ последовательно и синхронно с генератором фазоимпульсных констант ГФК синтезирует цифры от 0 до 9 параллельно на всех знакоместах $З_1$—$З_n$ (рис. 3.15). Информация от регистра памяти в фазоимпульсном десятичном коде подается через формирователи $Ф_1$—$Ф_n$ на общий электрод знакомест. Цифра высвечивается в

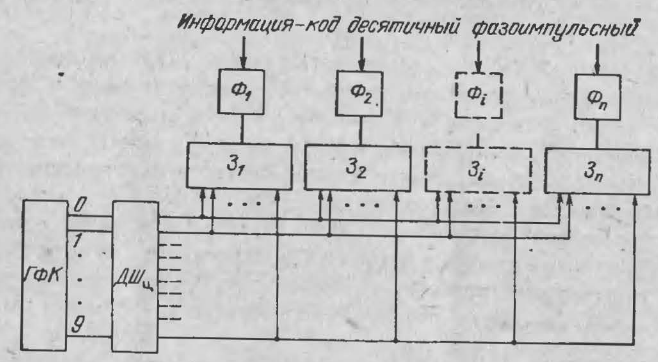


Рис. 3.15. Структурная схема управления ЖКИ с последовательной выборкой цифры

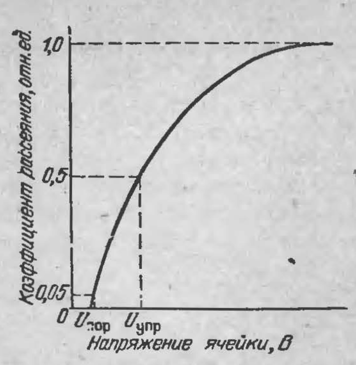


Рис. 3.16. Зависимость коэффициента рассеяния света от напряжения на электродах ЖК ячейки

момент совпадения информации регистра с синтезируемой цифрой. Устройство не имеет ограничений по числу разрядов, однако работает при постоянной скважности 10 (десять цифр 0...9), что ограничивает возможности ее использования применительно к ЖКИ с малым контрастом.

Основные параметры ЖКИ: контрастность К и пропускание, пороговое напряжение $U_{пор}$, управляющее напряжение $U_{упр}$, время включения (реакция) $\tau_{вкл}$, время выключения (релаксации) $\tau_{выкл}$. (Отношение интенсивности света, выходящего из ЖК ячейки в исходном состоянии, к интенсивности света в возбужденном состоянии ЖК ячейки называется пропусканием, если наблюдение ведется в направлении навстречу входящему лучу и контрастностью во всех других случаях.) Для ДР ячеек контраст составляет от 15 : 1 до 100 : 1, пропускание — минумум 20 : 1. Для ячеек на основе ТЭ контрастность и пропускание — от 40 : 1 до 100 : 1.

Значения порогового и управляющего напряжений определяются по коэффициенту рассеяния света в ячейке $К_р$. Зависимость коэффициента рассеяния света от напряжения, приложенного к электродам ячейки, показана на рис. 3.16.

Пороговое напряжение $U_{пор}$ соответствует значению $К_р=0{,}05$, Управляющее напряжение $U_{упр}$ — значению $К_р=0{,}5$.

Значение $U_{пор}$ для индикатора, использующего эффект ДР, увеличивается на низких и высоких частотах (индикатор становится менее эффективным). Индикаторы на основе ТЭ обычно используют на частотах 1...10 кГц. В справочных данных индикаторов указывают рекомендуемую частоту управляющего напряжения.

Время включения $\tau_{вкл}$ определяется как время, в течение которого контрастность достигает 90% установившегося значения, а время выключения $\tau_{выкл}$ — как время уменьшения контрастности от 90 до 10% установившегося значения.

Долговечность ЖКИ. В процессе эксплуатации ЖКИ изменяется внешний вид информационных полей, что проявляется как ухудшение и исчезновение контраста между активными и пассивными зонами, увеличивается время реакции. Изменения внешнего вида и времени реакции является следствием электрохимических явлений на границе жидкокристаллическое вещество (ЖКВ) — поверхность подложки. Скорость деградационных процессов в основном определяется постоянной составляющей напряжения возбуждения, предельно допустимое значение которого указывается в справочных данных. Наличие постоянной составляющей приводит к электролизу ЖКВ, в результате которого возникает газовыделение в объеме ЖКВ, образуются пузырьки газов, визуально воспринимаемые как черные точки. Электроды индикатора (проводящие пленки) теряют свою прозрачность, и сегменты становятся видимыми в отсутствие напряжения возбуждения.

В результате старения нарушается ориентация молекул ЖКВ и растет ток, потребляемый индикатором.

В процессе эксплуатации ЖКВ потребляемый ток может расти за счет проникновения влаги через слой герметика. Влага разрушает ЖКВ. Особенно опасно сочетание влаги с воздействием высокой температуры.

При эксплуатации ЖКИ в условиях низкой температуры отдельные компоненты ЖКВ могут кристаллизоваться. Чередование замораживания и размораживания ЖКВ может привести к образованию воздушных пузырьков, которые выглядят как черные точки.

Справочные данные ЖКИ

ЦИЖ-2. Четырехразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, цифр от 0 до 9 в следующих трех разрядах, двух точек между вторым и третьим разрядами.

Оформление стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

ЦИЖЗ-1, ЦИЖЗ-2. Одноразрядные буквенно-цифровые индикаторы. Предназначены для отображения информации в виде букв русского, латинского алфавитов, цифр, символов и других знаков. Индикаторы выполнены для работы: ЦИЖЗ-1 на просвет, ЦИЖЗ-2 на отражение.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы ленточные, под распайку.

ЦИЖ-4, ЦИЗ-4-1. Девятиразрядные цифровые индикаторы. Предназначены для отображения информации в виде цифр от 0 до 9 и десятичного знака в каждом из восьми разрядов и математических знаков в служебном разряде.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в двух вариантах: ЦИЖ-4 — ленточные выводы под распайку; ЦИЖ-4-1 — выводы в виде токопроводящих дорожек на стекле под разъем.

ЦИЖ-5. Шестиразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр от 0 до 9 в каждом из шести разрядов.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

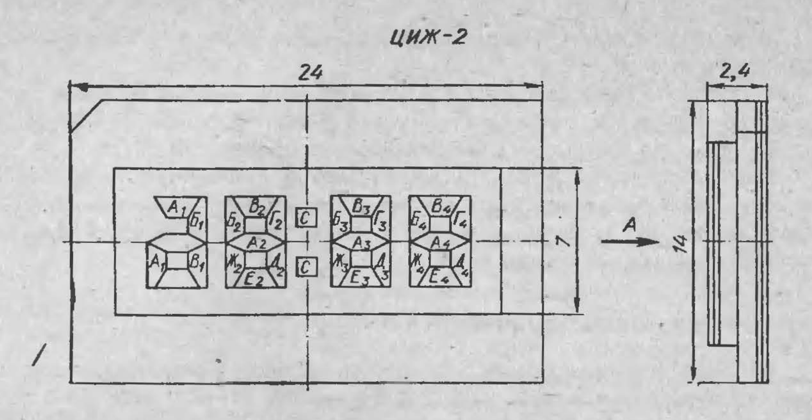
ЦИП-6. Четырехразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде и в виде цифр от 0 до 9 в следующих трех разрядах и двух точек между вторым и третьим разрядом.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

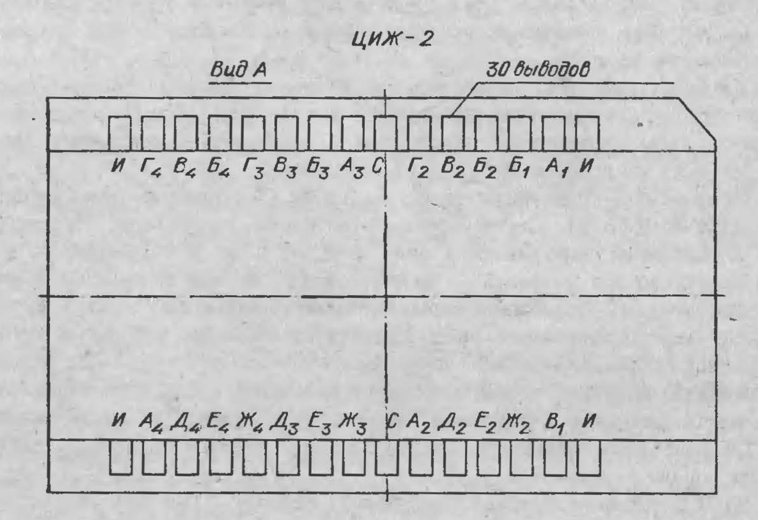
ЦИЖ-9. Шестиразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, цифр от 0 до 9 в следующих пяти разрядах, точки между вторым и третьим разрядом и первых букв названий семи дней недели.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

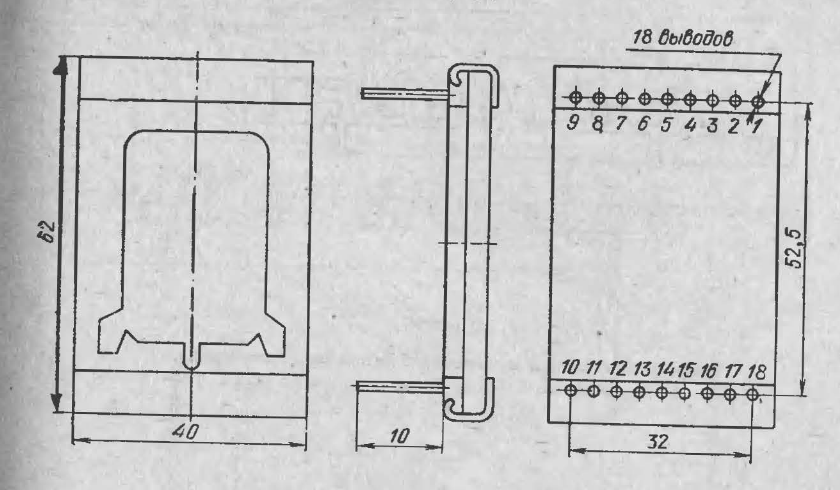
ЦИЖ-2



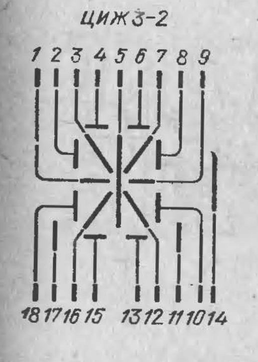
ЦИЖ-2



ЦИЖ3-1, ЦИЖ3-2

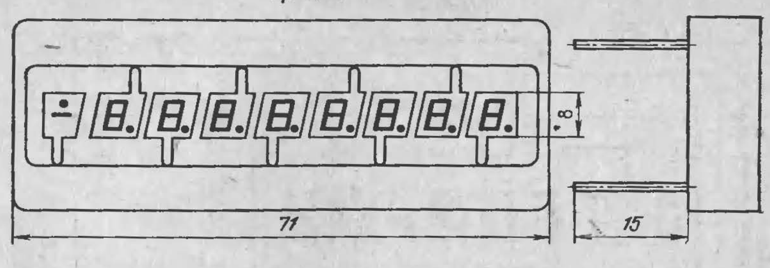


ЦИЖ3-2



Вывод	Электрод
1—13, 15—18	Элементы знакового электрода
14	Сигнальный электрод

ЦИЖ-4



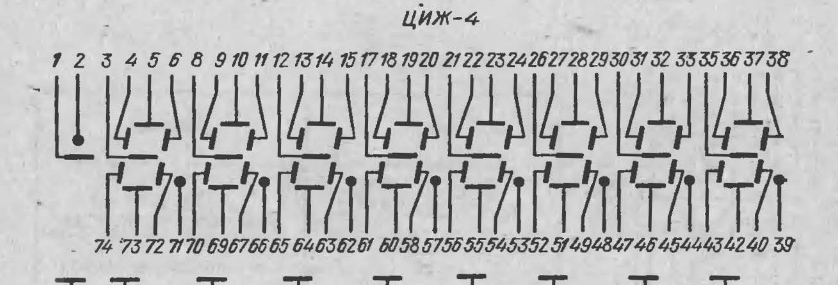
ЦИЖ-4

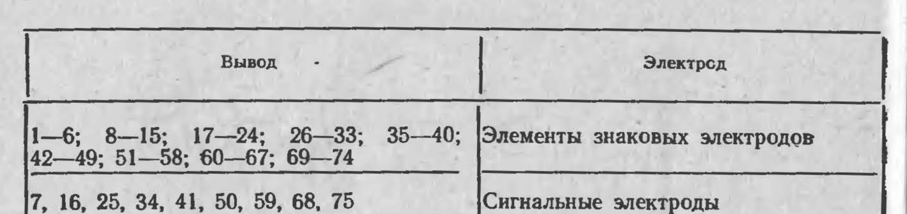
38 1

17,5

39 75

ЦИЖ-4





Вывод	Электрсд
1—6; 8—15; 17—24; 26—33; 35—40; 42—49; 51—58; 60—67; 69—74	Элементы знаковых электродов
7, 16, 25, 34, 41, 50, 59, 68, 75	Сигнальные электроды

ЦИЖ4-1

2,4

1,2

42,1

76,5

5

ЦИЖ4-1

41×1,25=52,25

42 1

43 75

50

ЦИЖ4-1

1 2 4 5 6 7 9 10 11 12 14 15 16 17 19 20 21 22 24 25 26 27 29 30 31 32 34 35 36 37 39 40 41 42

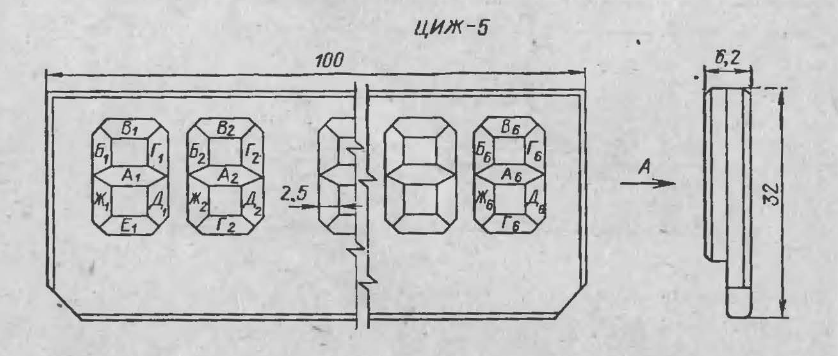
74 73 72 71 70 69 68 67 66 65 64 63 62 61 60 59 58 57 56 55 54 53 52 51 50 49 48 47 46 45 44 43

75 3 8 13 18 23 28 33 38

К ЦИЖ4-1

Вывод	Электрод
1—2; 4—7; 9—12; 14—17; 19—22; 24—27; 29—32; 34—37; 39—43; 44—74	Элементы знаковых электродов
3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 75	Сигнальные электроды

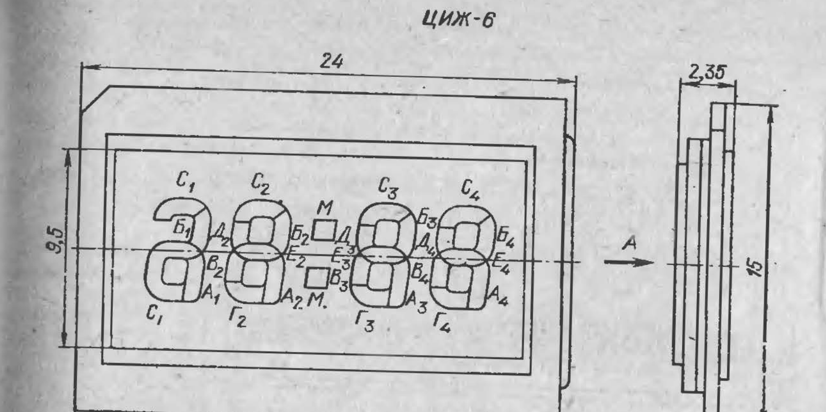
ЦИЖ-5



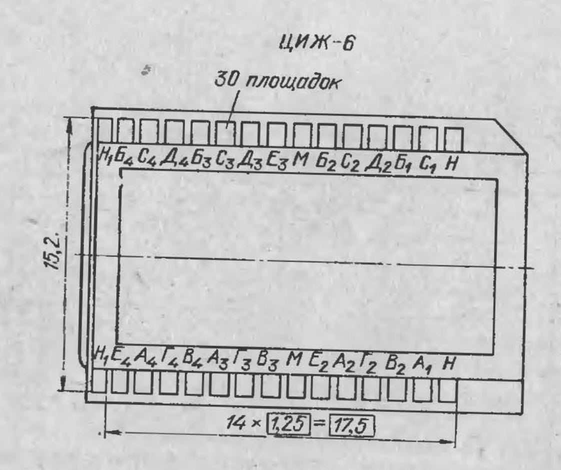
К ЦИЖ-5

Вывод	Электрод
4, 12, 19, 27, 34, 42	$А_1$ ... $А_6$ (Элементы знаковых электродов)
3, 15, 18, 30, 33, 45	$Б_1$ ... $Б_6$
2, 14, 17, 29, 32, 44	$В_1$ ... $В_6$
1, 13, 16, 28, 31, 43	$Г_1$ ... $Г_6$
7, 11, 22, 26, 37, 41	$Д_1$ ... $Д_6$
6, 10, 21, 25, 36, 40	$Е_1$ ... $Е_6$
5, 9, 20, 24, 35, 39	$Ж_1$ ... $Ж_6$
8, 23, 38	$И_{12}$, $И_{34}$, $И_{56}$ (Сигнальные электроды)

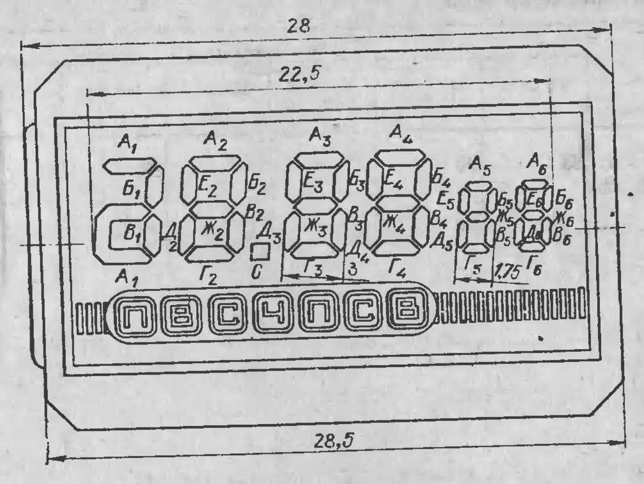
ЦИЖ-6



ЦИЖ-6

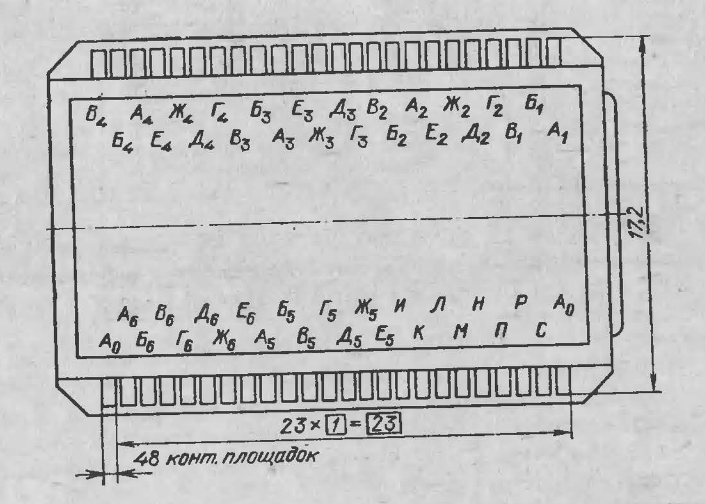


ЦИЖ-9





ЦИЖ-9



Основные параметры ЖКИ

Параметр	Тип индикатора					
	ЦИЖ-2	ЦИЖ3-1 ЦИЖ3-2	ЦИЖ-4 ЦИЖ-4-1	ЦИЖ-5	ЦИЖ-6	ЦИЖ-9
Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	83	90	90	20	83	80
Управляющее напряжение, В	1,5	20	20	15	4,5	2,7
Ток индикатора, не более, мкА	1,5	200	100	60	1	1,5
Время реакции, мс	—	80	400	—	200 ... 400	400
Время релаксации, мс	—	1500	400	—	200 ... 400	400
Частота управляющего напряжения, Гц	64	50	50	32	64	32
Минимальная наработка, ч	15000	10000	10000	10000	15000	25000
Предельно допустимые эксплуатационные данные:						
Управляющее напряжение, В:						
наибольшее	6	30	30	30	6	6
наименьшее	1	15	10	15	4	2,4
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 1000	30 ... 60	30 ... 70	30 ... 60	30 ... 1000	30 ... 1000
Допустимое значение постоянной составляющей управляющего напряжения для любой полярности, мВ	50	—	200	Не допускается	50	135

ИЖКЦ1-4/7, ИЖКЦ2-4/7, ИЖКЦ1-6/5, ИЖКЦ1-6/7. Жидкокристаллические многоразрядные цифровые индикаторы. Предназначены для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, цифр от 0 до 9 в следующих трех разрядах и информации о дате.

ИЖКЦ1-6/5. Индикатор предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, в виде цифр от 0 до 9 в следующих пяти разрядах, точки между вторым и третьим разрядами, информации о дате.

ИЖКЦ1-6/7. Индикатор предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, в виде цифр от 0 до 9 в следующих пяти разрядах, информации о дате, дне недели.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

Основные параметры:

Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	85
Управляющее напряжение, В	3
Ток индикатора, мкА:	
ИЖКЦ1-4/7	0,3 ... 0,5
ИЖКЦ2-4/7, ИЖКЦ1-6/5, ИЖКЦ1-6/7	0,4 ... 0,7
Время реакции мс	80 ... 200

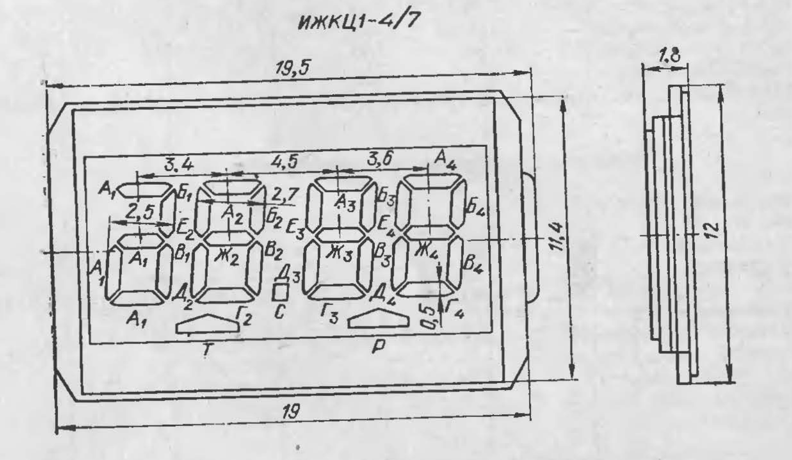
Время релаксации, мс	150 ... 300
Частота управляющего напряжения, Гц	32
Минимальная наработка, ч	25 000

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

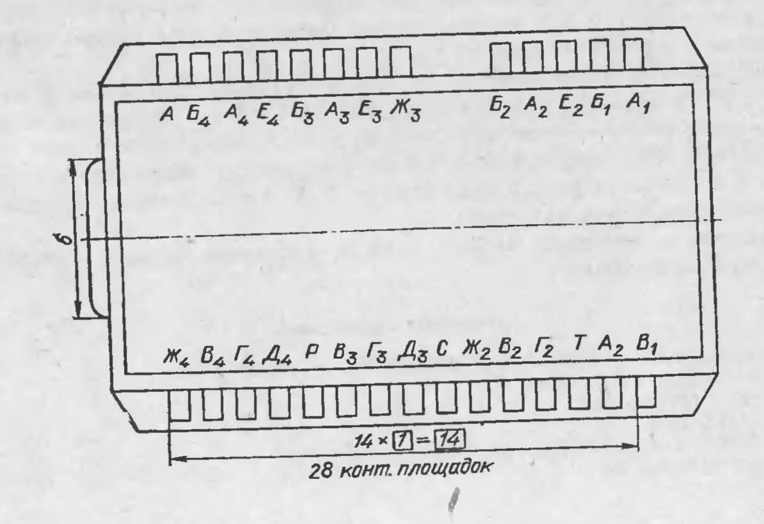
Управляющее напряжение, В:	
наибольшее	6
наименьшее	1,5
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 1000

Индикатор следует возбуждать знакопеременным напряжением. Значение постоянной составляющей не должно превышать 50 мВ.

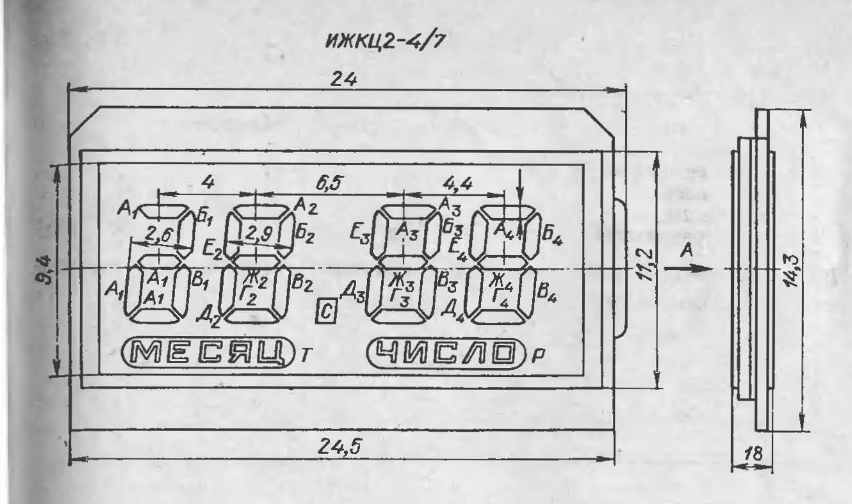
ИЖКЦ1-4/7



ИЖКЦ1-4/7, ИЖКЦ2-4/7

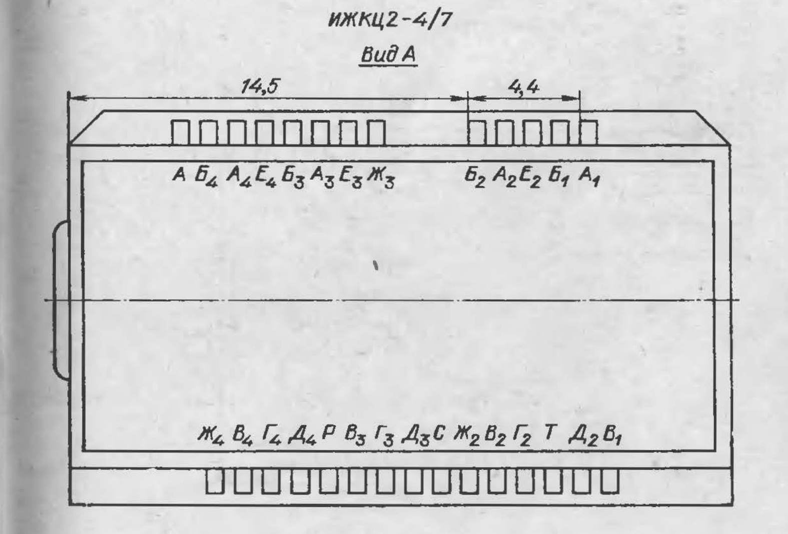


ИЖКЦ2-4/7

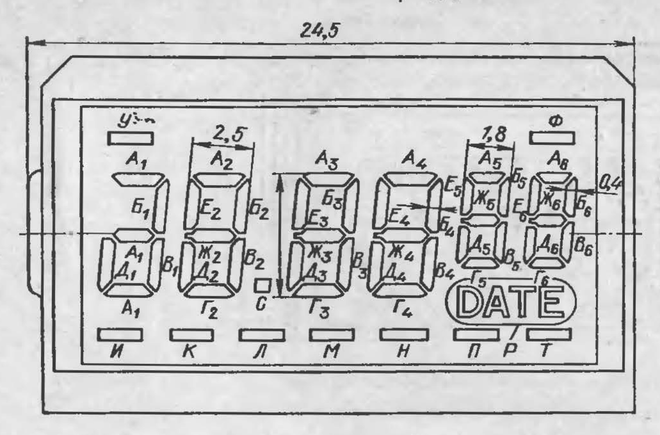


ИЖКЦ2-4/7

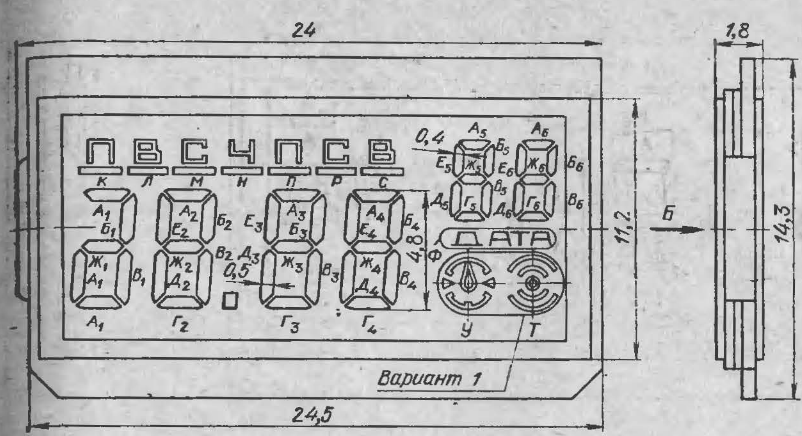
Вид А



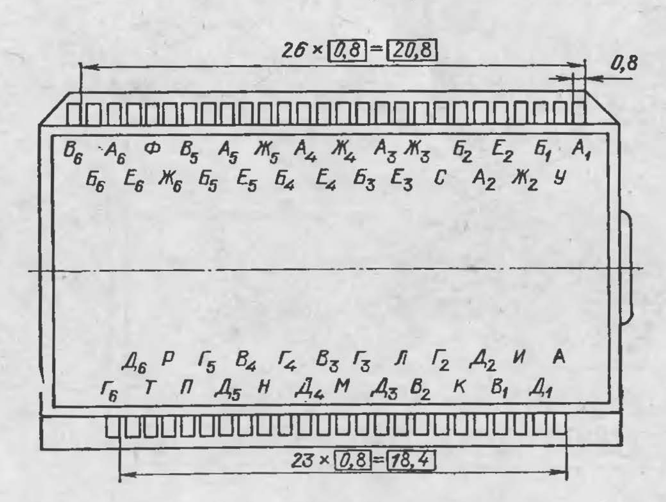
ИЖКЦ1-6/5



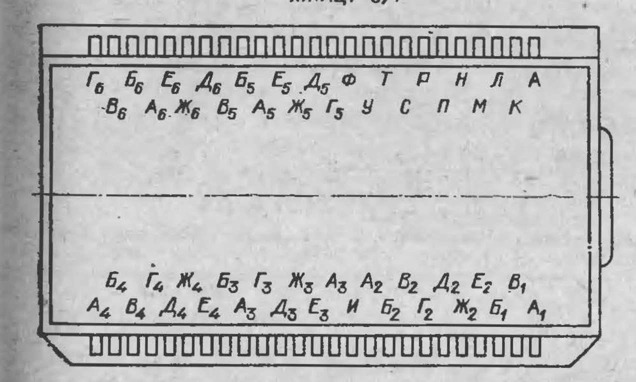
ИЖКЦ1-6/7

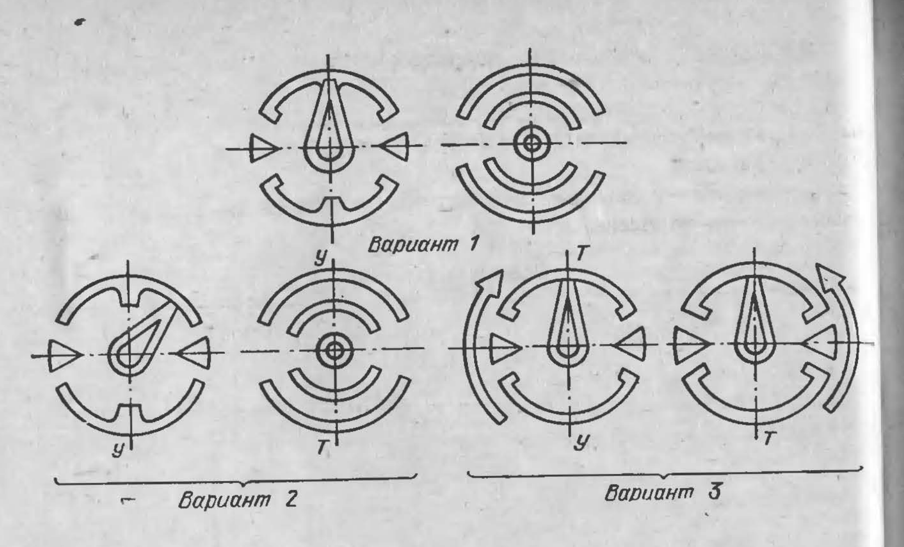


ИЖКЦ1-6/5



ИЖКЦ1-6/7





К ИЖКЦ1-6/7

Контактная площадка	Наименование электрода		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
К	Понедельник	Понедельник	Понедельник
Л	Вторник	Вторник	Вторник
М	Среда	Среда	Среда
Н	Четверг	Четверг	Четверг
П	Пятница	Пятница	Пятница
Р	Суббота	Суббота	Суббота
С	Воскресенье	Воскресенье	Воскресенье
Т	Сигнал	Сигнал	Секундомер
У	Секундомер	Таймер	Секундомер
Ф	Дата	Дата	Дата

Примечание. При вариантах исполнения 1, 2, 3 фаски расположены соответственно — внизу, внизу, вверху.

ИЖКЦ1-6/17, ИЖКЦ2-6/17, ИЖКЦ3-6/17, ИЖКЦ4-6/17. Шестиразрядные цифровые индикаторы. Предназначены для отображения информации в виде цифр от 0 до 9 в каждом из шести цифровых разрядов. Индикаторы выполнены для работы: ИЖКЦ1-6/17, ИЖКЦ3-6/17 на просвет: ИЖКЦ2-6/17, ИЖКЦ4-6/17 на отражение.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

Основные параметры

Параметр	Тип индикатора	
	ИЖКЦ1-6/17 ИЖКЦ2-6/17	ИЖКЦ3-6/17 ИЖКЦ4-6/17
Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	90	90
Управляющее напряжение, В	6	9
Ток индикатора, мкА, не более	45	
Частота управляющего напряжения, Гц	64	64
Время реакции, мс, не более	400	
Время релаксации, мс, не более	400	
Минимальная наработка, ч	20 000	
Предельно допустимые эксплуатационные данные:		
Управляющее напряжение, В:		
наибольшее	10	10
наименьшее	4	4
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 300	30 ... 300

Индикаторы следует возбуждать знакопеременным напряжением. Значение постоянной составляющей не должно превышать 50 мВ.

ИЖКЦ2-6/5. Шестиразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом разряде, от 0 до 9 в следующих пяти разрядах, точки между вторым и третьим разрядом, информации о дате, дне недели и другой дополнительной информации.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

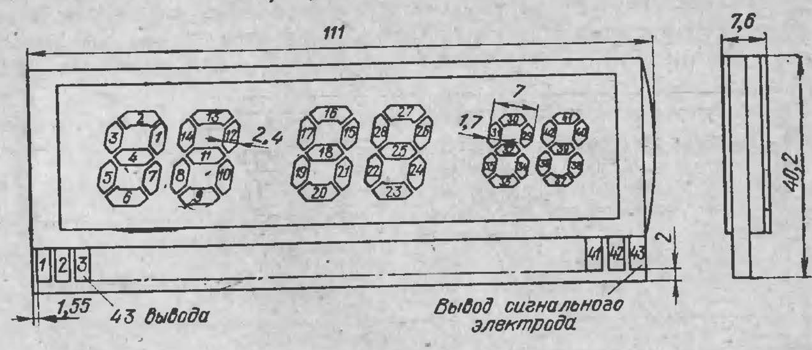
Основные параметры:

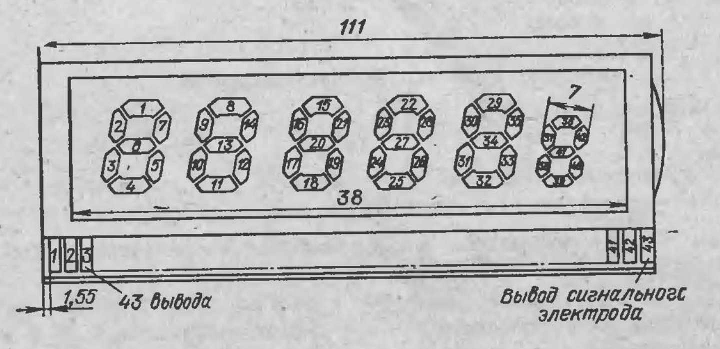
Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	85
Управляющее напряжение, В	3
Ток индикатора, мкА	0,6 ... 1,0
Время реакции, мс	80 ... 200
Время релаксации, мс	150 ... 350
Частота управляющего напряжения, Гц	32
Минимальная наработка, ч	25 000

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Управляющее напряжение, В:	
наибольшее	6
наименьшее	1,5
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 1000

Индикатор следует возбуждать знакопеременным напряжением. Значения постоянной составляющей не должно превышать 50 мВ.

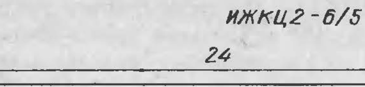


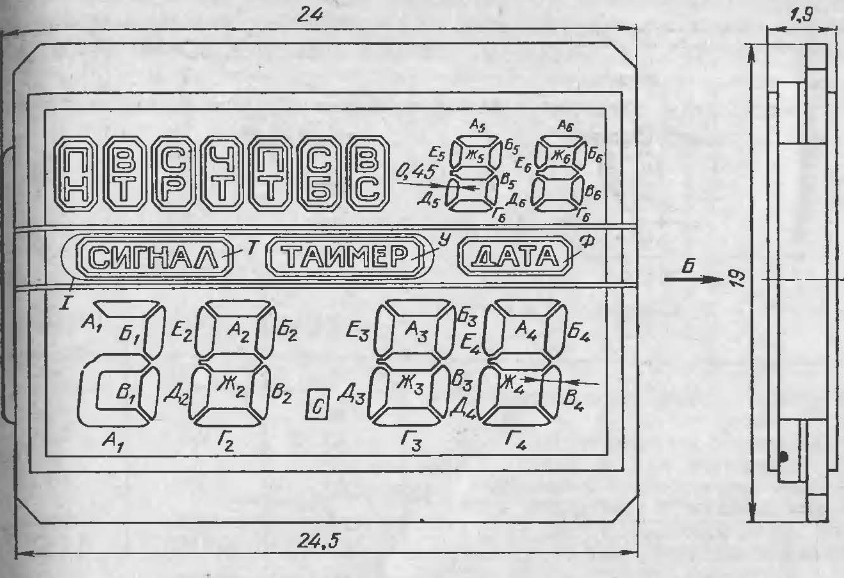


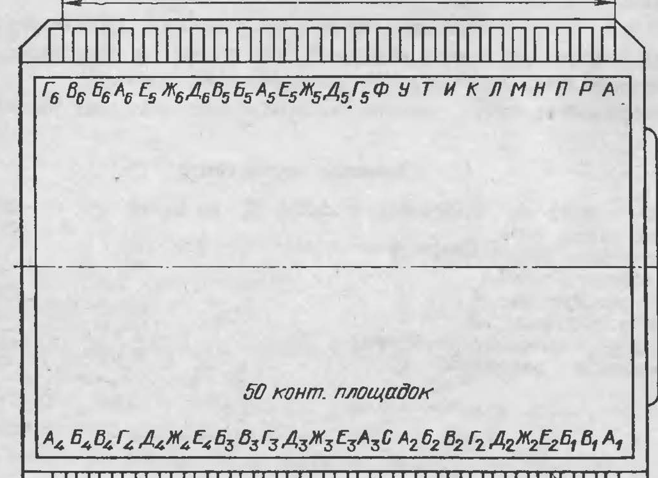


К ИКЖЦ2-6/5

Контактная площадка	Электрод	
	Вариант 1	Вариант 2
И К Л М Н П Р Т У Ф	Воскресенье Суббота Пятница Четверг Среда Вторник Понедельник Сигнал Таймер Дата	Воскресенье Суббота Пятница Четверг Среда Вторник Понедельник Секундомер Секундомер Дата







ИЖКЦ2-4/3, ИЖКЦ2-4/5, ИЖКЦ3-4/5. Четырехразрядные цифровые индикаторы. Предназначены для отображения информации в виде цифр 1 и 2 в первом рвзряде и в виде цифр от 0 до 9 в следующих трех разрядах и одной точки (ИЖКЦ2-4/3 и ИЖКЦ2-4/5) или двух точек (ИЖКЦ3-4/5) между вторым и третьим разрядом.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

Основные параметры

Параметр	Тип индикатора		
	ИЖКЦ2-4/3	ИЖКЦ2-4/5	ИЖКЦ3-4/5
Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	83	83	83
Управляющее напряжение, В	2,7	2,7	2,7
Ток индикатора, мкА, не более	0,8	1	1
Частота управляющего напряжения, Гц	64	64	64
Время реакции и релаксации, суммарное, мс, не более	700	700	700
Минимальная наработка, ч	15 000	15 000	15 000
Предельно допустимые эксплуатационные данные			
Управляющее напряжение, В:			
наибольшее	6	6	6
наименьшее	2,4	2,4	2,4
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 1000	30 ... 1000	30 ... 1000

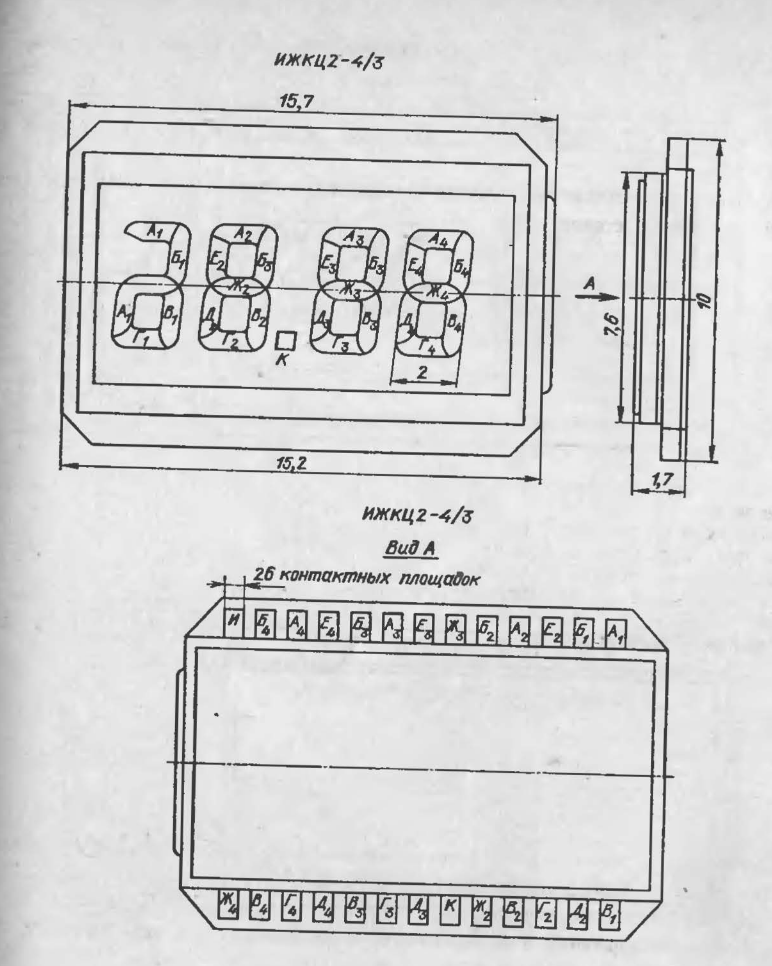
Индикатор следует возбуждать переменным напряжением. Зивчение постоянной составляющей не должно превышать 135 мВ.

ИЖКЦ1-4/8. Четырехразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр от 0 до 9 в каждом из четырех разрядов и десятичного знака после каждого из первых трех разрядов.

Оформление — стеклянное, плоское, выводы — ленточные под распайку.

Осноаные параметры:

Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	83
Высота знака, мм	8
Управляющее напряжение, В	9
Ток индикатора, мкА	7 ... 12
Время реакции, мс	50 ... 250
Время релаксации, мс	150 ... 300
Частота управляющего напряжения, Гц	50
Минимальная наработка, ч	15 000



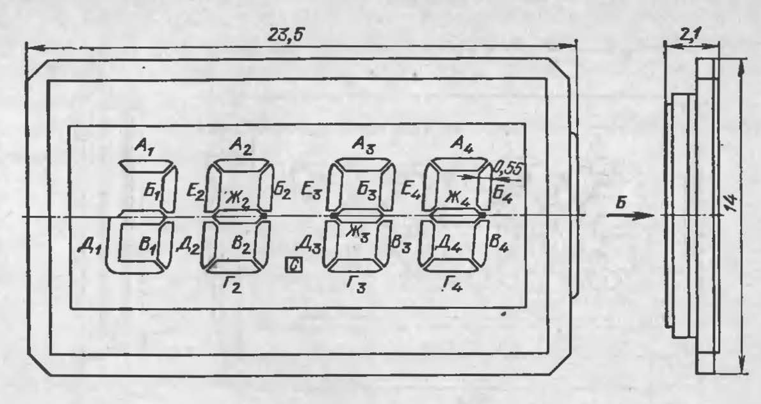
Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Управляющее напряжение, В:	
наибольшее	15
наименьшее	4
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 3000

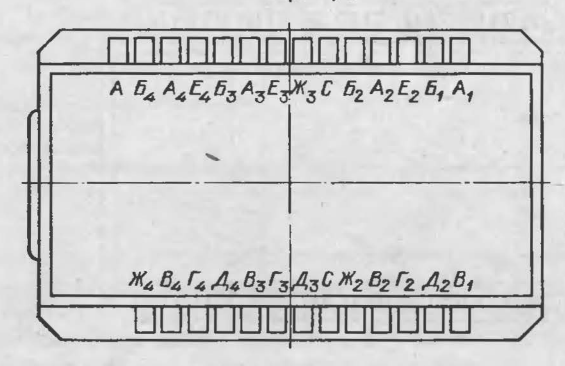
Индикатор следует возбуждать знакопеременным напряжением. Значение постоянной составляющей не должно превышать 30 мВ.

Во избежание появления ложной информации напряжение на невключенных сегментах не должно превышать 1 В.

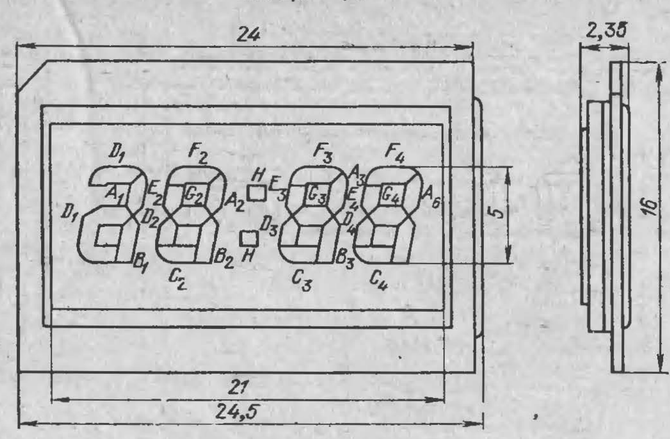
ИЖКЦ2-4/5



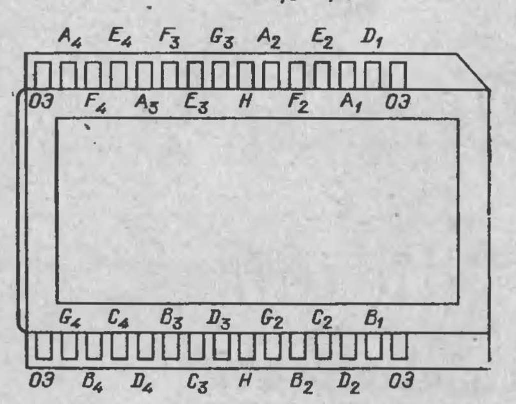
ИЖКЦ2-4/5



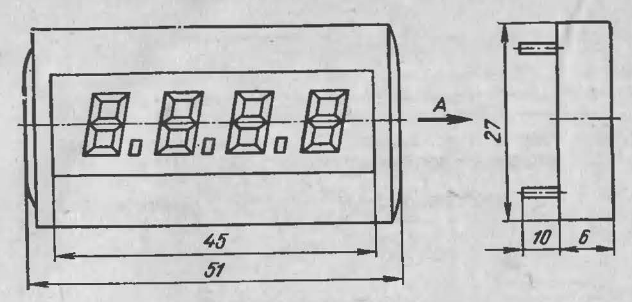
ИЖКЦ3-4/5



ИЖКЦ3-4/5



ИЖКЦ1-4/8



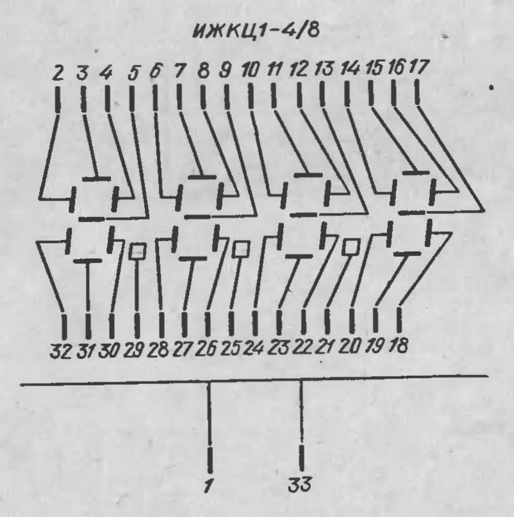
ИЖКЦ1-4/8

Вид А

16×2,5=40

17 вывод
1 вывод
18 вывод
33 вывод
22

ИЖКЦ1-4/8



ИЖКЦ1-4/18. Четырехразрядный цифровой индикатор.

Основные параметры:

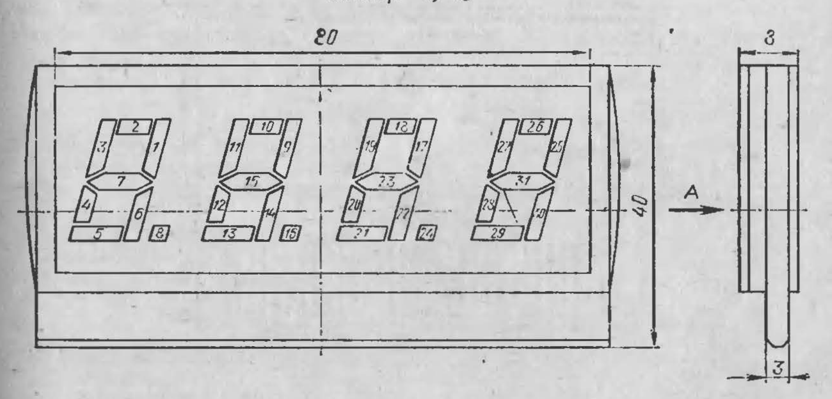
Контраст знака по отношению к фону, %, не менее	87
Управляющее напряжение, В	7
Ток индикатора, мкА, не более	100
Время реакции и релаксации, суммарное, мс, не более	800
Частота управляющего напряжения, Гц	50

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Управляющее напряжение, В:	
наибольшее	10
наименьшее	5
Частота управляющего напряжения, Гц	30 ... 1000

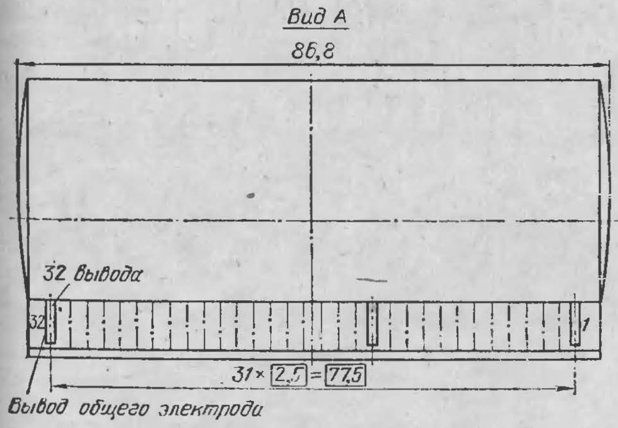
Индикатор следует возбуждать знакопеременным напряжением. Значение постоянной составляющей не должно превышать 70 мВ.

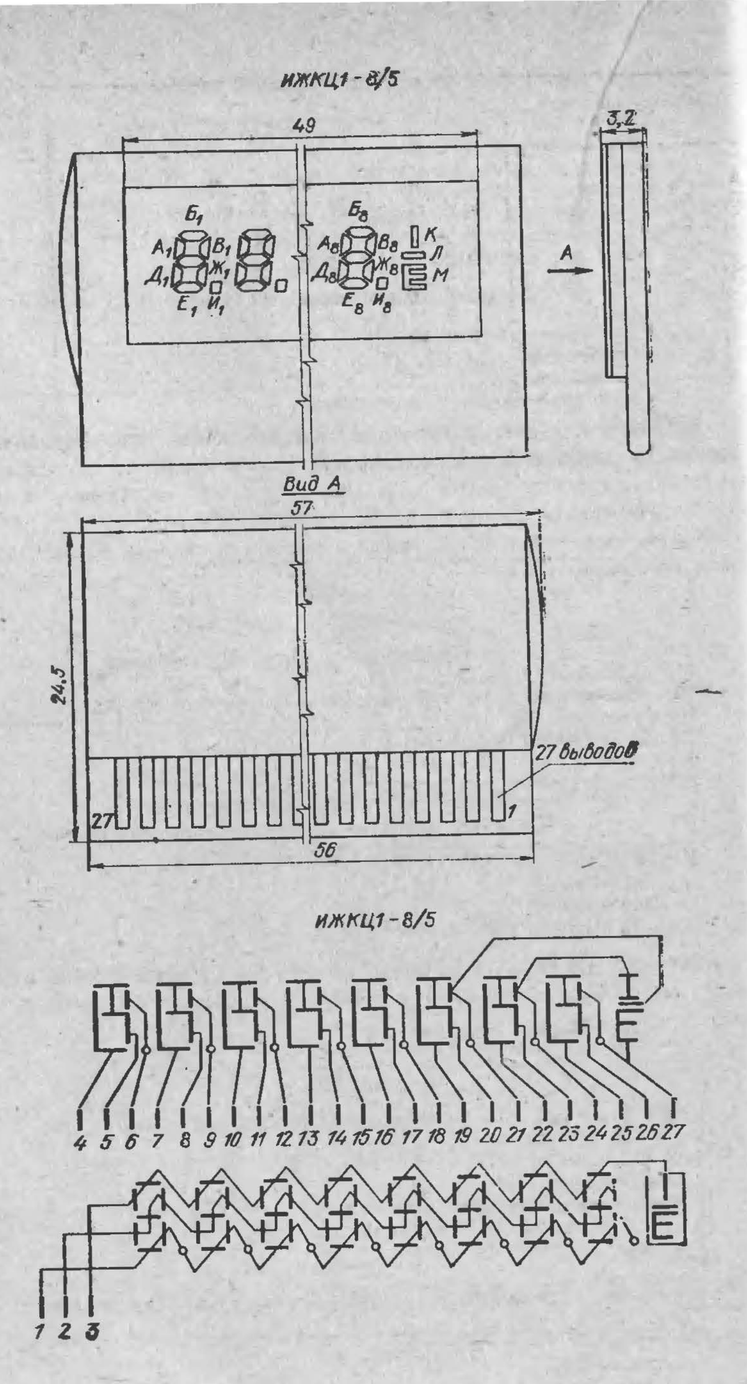
ИЖКЦ1-4/18



ИЖКЦ1-4/18

Вид А





Сегмент знакового электрода	Вывод знакового электрода	Вывод сигнального электрода
$А_1 ... А_8$	4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25	3
$Б_1 ... Б_8$	5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26	3
$В_1 ... В_8$	6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27	2
$Г_1 ... Г_8$	5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26	2
$Д_1 ... Д_8$	4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25	2
$Е_1 ... Е_8$	4, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25	1
$Ж_1 ... Ж_8$	5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26	1
$И_1 ... И_8$	6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27	1
К, Л, М	24, 21, 27	1

ИЖКЦ1-8/5. Девятиразрядный цифровой индикатор. Предназначен для отображения информации в виде цифр от 0 до 9 и десятичного знака в каждом из восьми цифровых разрядов и дополнительной информации в служебном разряде. Индикатор работает в мультиплексном режиме 3 : 1.

Оформление — стеклянное, выводы выполнены в виде токопроводящих дорожек на стекле.

Основные параметры:

Контраст знака по отношению к фону, %, не менее . . 83
Управляющее напряжение, В 6
Ток индикатора (при управляющем напряжении 3,3 В), мкА, не более 8
Время реакции, мс, не более 350
Время релаксации, мс, не более 350
Частота управляющего напряжения, Гц 120

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Управляющее напряжение, В:
наибольшее 6,3
наименьшее 5,4
Частота управляющего напряжения, Гц . . . . 60 ... 180

ИЖТ1-28, ИЖТ2-28. Шкальные индикаторы. Предназначены для отображения информации о значении напряжения в дискретно-аналоговой форме в измерительных приборах.

Основные параметры:

Контраст знака по отношению к фону, %, не менее . . 75
Управляющее напряжение, В 10
Ток индикатора, мкА, не более 150
Время реакции, мс 400
Время релаксации, мс 400
Частота управляющего напряжения, Гц . . . . 50±20
Минимальная наработка, ч 10 000

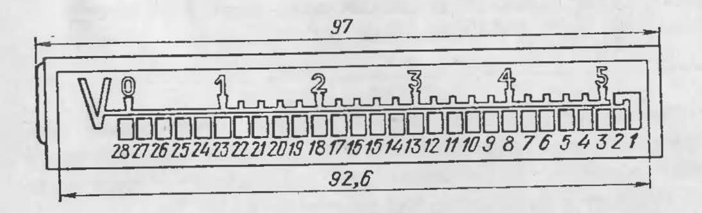
Предельно допустимые эксплуатационные данные:

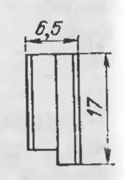
Управляющее напряжение, В:
наибольшее 15
наименьшее 5
Частота управляющего напряжения, Гц . . . . 20 ... 500

Индикаторы следует возбуждать переменным напряжением. Значение постоянной составляющей не должно превышать 250 мВ. Для контактирования выводов индикатора со схемой рекомендуется применять разъемы. Необходимо защищать кромку индикатора по всему периметру (место герметизации) от воздействия воды и влаги.

При работе с индикаторами необходимо надевать резиновые перчатки.

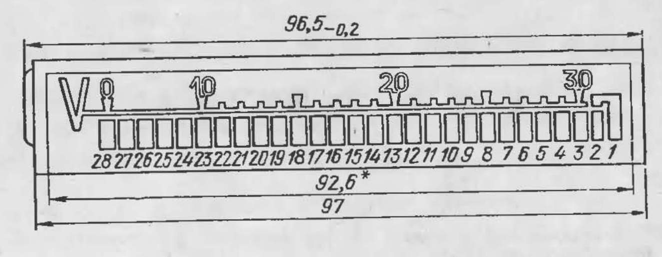
ИЖТ1-28

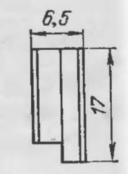


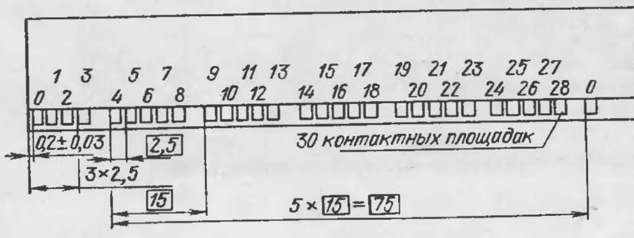




ИЖТ2-28







Глава 4

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩИЕ ИНДИКАТОРЫ

Единичные ППЗСИ

Единичный полупроводниковый знакосинтезирующий индикатор (ППЗСИ) — полупроводниковый диод, в переходе которого в результате рекомбинации электронов и дырок при их инжекции в прямом направлении генерируется световое излучение. Это прибор, состоящий из полупроводниковых излучательных элементов, предназначенный для представления информации в виде знаков и организованный в один или несколько разрядов.

Полупроводниковые знакосинтезирующие индикаторы — низковольтные приборы, удобно совмещаемые с источниками питания и уровнями токов микросхем. Они миниатюрны и позволяют конструировать устройства, предназначенные для отображения информации различной сложности — от светящейся точки до текстов и графиков; ППЗСИ обладают малым временем переключения — менее 50 нс. Приборы характеризуются относительно высокими уровнями рабочих токов и умеренными уровнями яркости.

Основные материалы, используемые для изготовления светодиодов, — твердые растворы арсенида и фосфида галлия.

В простейшем случае единичный ППЗСИ представляет собой переход с омическими (невыпрямляющими) контактами (рис. 4.1,*а*). Однако такая конструкция недостаточно эффективна из-за внутреннего отражения генерируемого света на границе полупроводник — воздух. Для уменьшения отражения на поверхности полупроводника формируют полусферическое покрытие из материала, коэффициент преломления которого имеет промежуточное значение между коэффициентами преломления воздуха и кристалла (рис. 4.1,*б*). Эффективны конструкции единичных ППЗСИ, у которых n-область p-n перехода имеет форму полусферы (рис. 4.1,*в*). В такой конструкции лучи генерируемого света подходят к разделу полупроводник — воздух практически перпендикулярно, что резко снижает потери на внутреннее отражение.

Размеры излучающих поверхностей единичных ППЗСИ малы, поэтому для увеличения размеров изображения в конструкциях индикаторов используются линзы, рефлекторы и другие устройства, увеличивающие видимый размер светящейся поверхности.

Современные ППЗСИ изготовляются на основе ряда эпитаксиальных структур. Такие структуры образуются путем формирования на поверхности исходной пластины полупроводникового материала слоя, структура которого

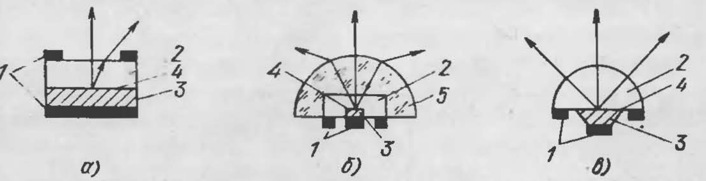


Рис. 4.1. Конструкция единичных ППЗСИ:

1 — омические контакты; *2* — n-область; *3* — p-область; *4* — светоизлучающий p-n переход; *5* — прозрачная пластмасса; (стрелками показаны направления излучения света)

является продолжением структуры подложки, отличающегося от подложки значением электропроводности. К эпитаксиальным структурам относятся структуры в системе AlAs—GaAs, (красное свечение), двухслойные эпитаксиальные структуры фосфида галлия GaP : Zn—O, GaP : N (красное свечение), GaP : N (зеленое свечение), GaP : N, Zn—O (желтое свечение), двухпереходные эпитаксиальные структуры фосфида галлия с красным и зеленым цветом свечения.

Омические контакты к светоизлучающим структурам изготовляют на основе тонкопленочных металлических покрытий, например Ni—Au—Sn, Ni—Au—Zn.

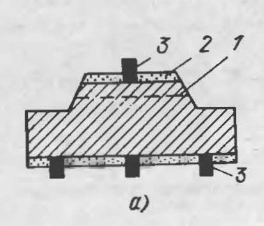
Светоизлучающие кристаллы приборов, используемые в устройствах сигнальной индикации, обычно плоские, размером около 0,5×0,5×0,3 мм. Омические контакты могут выполняться на двух противоположных сторонах кристалла. Площадь омического контакта к световыводящей стороне структуры не превышает 20% рабочей поверхности. Контакт к противоположной стороне может быть прозрачным или непрозрачным для генерируемого излучения. Ограничение площади омических контактов повышает внешний квантовый выход излучения.

Для ППЗСИ с повышенной эффективностью излучения используются мезаструктуры на основе GaP : N и GaP : N, ZnO. Упрощенная схема светоизлучающего кристалла с мезаструктурой показана на рис. 4.2,*а*. Мезаструктура (mesa — по-испански — стол) имеет характерную ограниченную площадь p-n перехода — около 0,08 $мм^2$. Высокий квантовый выход в таких структурах достигается при высоких плотностях тока (около 200 $А/см^2$), относительно невысоких токах через структуру (около 1 мА) что и реализуется при малых площадях перехода. При этом потребление энергии прибором также невелико. Эти структуры характеризуются также значительным интервалом токов через переход, в котором квантовый выход остается практически неизменным. Приборы на их основе могут быть использованы в аналоговых устройствах.

Кристалл единичного ППЗСИ с управляемым цветом свечения (рис. 4.2,*б*) имеет два p-n перехода в структуре GaP. Один из них легирован Zn и O и излучает красный свет, другой легирован N и излучает зеленый свет. С верхней стороны сформирована мезаструктура. При включении одного из p-n переходов диод излучает красный или зеленый свет, а при включении обоих p-n переходов благодаря оптической прозрачности фосфида галлия можно получить желтый или оранжевый цвет свечения в зависимости от соотношения токов через p-n переходы.

Единичные ППЗСИ изготовляются в металлостеклянных корпусах со световыводящими окнами. Они могут также выполняться с монолитной полимерной герметизацией с прозрачным куполом.

Единичные ППЗСИ обладают достаточно высоким быстродействием, однако для устройств отображения, в которых они обычно используются, времен-



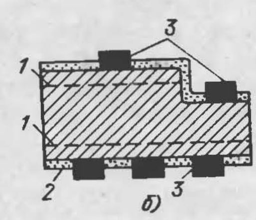


Рис. 4.2. Устройство светоизлучающих кристаллов плоской конструкции:
а — с мезаструктурой; *б* — с двумя p-n переходами и мезаструктурой для индикаторов с управляемым цветом свечения (*1* — p-n переход; *2* — слой диэлектрика; *3* — омический контакт)

ные параметры не являются критичными и поэтому не приводятся. Единичный ППЗСИ с переменным цветом свечения АЛС331А содержит в корпусе два светоизлучающих перехода, один из которых имеет резко выраженный максимум спектральной характеристики в красной полосе, другой — в зеленой. При совместной работе переходов цвет излучения светодиода зависит от соотношения токов через эти переходы.

Светодиоды АЛ102, ЗЛ102, ЗЛ341 выпускают в металлическом корпусе со стеклянной линзой, обеспечивающей направленное излучение света. Для повышения влагоустойчивости допускается после монтажа покрывать светодиоды прозрачным лаком. Светодиоды АЛ307, АЛ316, АЛ310, АЛ112А — АЛ112В, АЛ112К — АЛ112М изготовляют в пластмассовых корпусах, выполненных из оптически прозрачного компаунда, создающего обычно рассеивающее излучение. Бескорпусные светодиоды (КЛ101, 2Л101, АЛ301) во избежание механических повреждений и загрязнений поверхности поставляют в специальной таре — спутнике. При монтаже допускается закреплять светодиоды с помощью клея ОК-72Ф. В процессе эксплуатации светодиодов должны соблюдаться меры, обеспечивающие чистоту оптической поверхности.

Светодиоды как элементы индикации обладают рядом достоинств: малые габаритные размеры, низкое напряжение питания, набор различных цветов свечения, устойчивость к механическим воздействиям, большой срок службы.

Многоэлементные ППЗСИ

В настоящее время выпускается несколько сотен типов многоэлементных полупроводниковых индикаторов, в том числе знаковые, модули шкалы, модули экрана; они различаются числом, размерами и конфигурацией светоизлучающих элементов, цветом свечения, конструктивными решениями.

Знаковые индикаторы в основном предназначены для отображения информации в виде цифр и букв. На рабочем поле может одновременно отображаться одно знакоместо (одноразрядный индикатор) или несколько знакомест (многоразрядный). По числу элементов и их взаимному расположению в пределах поля одного разряда различают четыре типа знаковых индикаторов: I — семисегментный, II — девятисегментный, III — 35-сегментный матричный ППЗСИ и IV — пятисегментный.

Индикаторы I типа могут быть цифровыми, буквенно-цифровыми и обеспечивают отображение всего ряда цифр с приемлемым для восприятия эстетическим качеством. Индикаторы II типа позволяют отображать цифры и ограниченный набор букв русского и латинского алфавитов. Наиболее универсальны индикаторы III типа. При работе с этими индикаторами конструктор аппаратуры может изменять начертание отдельных символов. Индикаторы IV типа дополняют группу индикаторов II типа и предназначены для отображения символов полярности и переполнения в цифровых устройствах с неполным числом разрядов.

Известны различные конструктивные варианты ППЗСИ. Основные группы конструкций — гибридные индикаторы и бескорпусные многоэлементные индикаторы.

Гибридный индикатор — набор одноэлементных кристаллов, размещенных на основании корпуса заданным образом. Каждый элемент расположен в полости, сформированной внутри общего для всего индикатора светопровода.

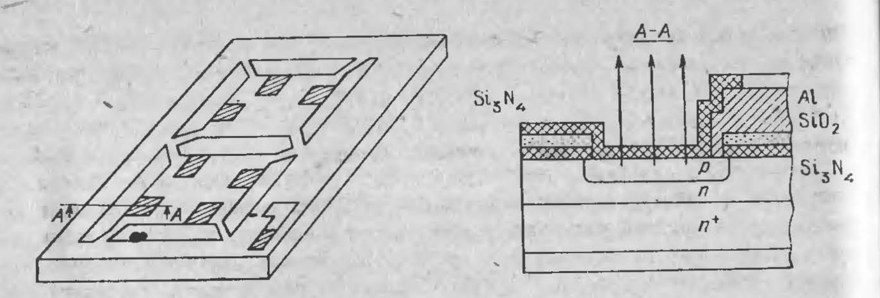


Рис. 4.3. Конструкция монолитного планарного индикатора на основе эпитаксиальной структуры, выращенной на непрозрачной подложке GaAs

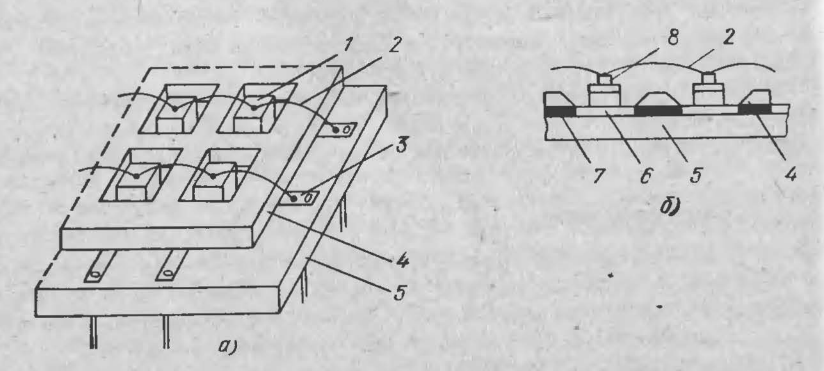
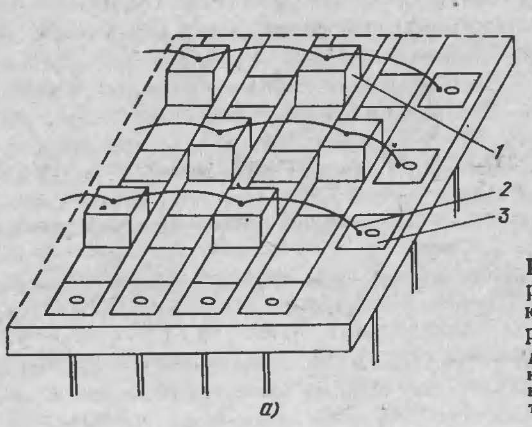


Рис. 4.4. Часть структуры матричного индикатора отражающего типа (*а*) и поперечный разрез части структуры (*б*):

1 — светоднод; *2* — проводник; *3* — контактная площадка; *4* — отражающая стеклянная пластина; *5* — подложка; *6* — катод; *7* — чернящее покрытие; *8* — анод



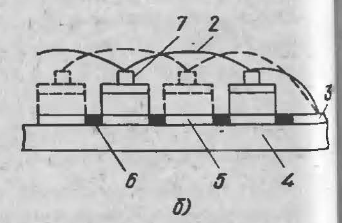


Рис. 4.5. Часть структуры матричного индикатора неотражающего типа (*а*) и поперечный разрез части структуры (*б*):

1 — светоднод; *2* — проводник; *3* — контактная площадка; *4* — подложка; *5* — катод; *6* — чернящее покрытие; *7* — анод

Полость заполнена светорассеивающей пластмассой, обеспечивающей многократное рассеяние света, излучаемого элементом, и соответствующее увеличение светящейся поверхности. Так устроены цифровые индикаторы АЛС321, АЛС324, АЛС326, АЛС332, АЛС333 и др. Используется также диффузно-рассеивающая пленка, наносимая на лицевую поверхность светопровода (АЛС309).

Индикаторы с успехом используются в устройствах индикации включения готовности к работе, наличия напряжения в блоке, нормальной работоспособности узла, аварийной ситуации, достижения температурного порога, выполнения функционального задания и в других устройствах, хорошо согласуясь по электрическим параметрам с полупроводниковыми приборами и микросхемами.

Бескорпусный многоэлементный индикатор — монолитная конструкция, основой которой является эпитаксиальная структура с излучающими свет p-n переходами заданной конфигурации (рис. 4.3). Эпитаксиальная структура выращена на подложке из арсенида галлия. Выводы от p-области выполнены в виде пленок алюминия; n^+-область — общая для всех элементов; Si_3N_4 (нитрид кремния) — пленка диэлектрического просветляющего покрытия. В таком конструктивном исполнении выполняется широкая номенклатура индикаторов — от простейших семисегментных (АЛС313А-5) — до стаэлементных линейных индикаторов (АЛС345А-5).

Устройство матричных полупроводниковых индикаторов иллюстрируется рис. 4.4. На рис. 4.4,*а* показана конструктивная схема индикатора отражающего типа. На алюминиевой подложке *5* расположены катодные электроды в виде линейных проводников *6*. Выводы анодов *8* расположены по краям подложки. Светоизлучающие диоды (СИД) *1* помещены в отверстия стеклянной отражающей пластины 4. Отверстия, в которых установлены СИД, имеют скошенные под углом 45° к основанию боковые поверхности, покрытые пленкой золота. Поверхность алюминиевой подложки зачернена за исключением контактных площадок и проводящих элементов.

В индикаторе неотражающего типа СИД располагаются на подложке в шахматном порядке (рис. 4.5).

Рекомендации по эксплуатации ППЗСИ

Значения параметров полупроводниковых индикаторов одного типа лежат в некотором интервале, ограничиваемом минимальными или максимальными значениями, указываемыми в справочных данных (возможны и двусторонние ограничения). При расчете устройств с применением индикаторов рекомендуется, как правило, ориентироваться на «наихудший случай».

Полупроводниковые индикаторы имеют очень высокую долговечность. В технической документации на индикаторы, как правило, указывается минимальная наработка 15 000 ч, а в облегченных режимах 30 000 ч. При этом продолжительность наработки оценивается по некоторым условным величинам, называемым критериями наработки. Например, принимается, что яркость свечения индикатора должна уменьшиться не более чем на 30% первоначального значения. Падение яркости на 30% является критерием наработки. Индикатор считается годным, если время, за которое яркость свечения его упала на 30%, больше продолжительности минимальной наработки, установленной в документации, например 15 000 ч. В радиолюбительской практике можно допустить и большее изменение яркости, например не на 30, а на 50%, тем более, что

практически яркость индикатора радиолюбитель оценивает по чисто субъективным впечатлениям. В этом случае минимальная наработка составит уже не 15 000 ч, а, например, 25 000. Опыт показывает, что ППИ работают 70 ... 80 и более тыс. ч. (около 8 ... 10 лет непрерывной работы).

Для повышения надежности работы индикаторов рекомендуется эксплуатировать их в облегченных режимах, например при рабочих токах и напряжениях на уровне 0,5 ... 0,7 от предельных значений. При этом яркость свечения будет вполне достаточна для практических целей. Нельзя применять индикаторы в предельных режимах.

Во всех случаях применения следует выбирать место расположении индикатора и способ его крепления так, чтобы по возможности снизить температуру корпуса (и соответственно температуру p-n перехода индикатора). Повышение температуры всегда ведет к ухудшению параметров индикаторов и снижению их надежности.

Работы по установке и монтажу индикаторов требуют тщательности и аккуратности.

Выводы индикаторов рекомендуется изгибать на расстоянии не меньшем 2 ... 3 мм от корпуса. При изгибании выводов следует обеспечить неподвижность части вывода, прилегающей к корпусу, на расстоянии 1 ... 2 мм от корпуса. Изгибы выводов должны быть плавными с радиусом закругления не менее 1 мм. Нельзя гнуть выводы инструментом, имеющим острые кромки.

Если индикатор приклеивается к плате или панели прибора, нужно следить за ним, чтобы клей не попадал на излучающую поверхность. Загрязненную поверхность индикатора со стороны наблюдении можно протереть батистом или ватой, смоченной спиртом.

Следует избегать неоднократных перепаек выводов индикаторов. Пайку рекомендуется производить на расстоянии 3 ... 4 мм от корпуса. Время пайки должно быть минимальным — не более 3 ... 4 с. Пайку выводов необходимо выполнять низковольтным паяльником.

Жало паяльника следует заземлить. Участок вывода от корпуса индикатора до места пайки рекомендуется зажимать пинцетом с губками из красной меди, чтобы не перегреть индикатор.

Устройства на ППЗСИ

На рис. 4.6 показано устройство, сигнализирующее установление заданной температуры в термостатическом объеме. В начальном положении при высоком омическом сопротивлении датчика-термистора R1 транзистор VT1 заперт — горит светодиод красного цвета VD2 (температура повышается). При достижении заданной температуры и снижении до соответствующего уровня сопротивления транзистор VT1 открывается, после чего гаснет красный и загорается зеленый светодиод VD1.

Схема индикации наличия сигнала модуляции приведена на рис. 4.7. При появлении на входе сигнала модуляции часть энергии этого сигнала преобразуется в мигание светодиода VD. По индикатору можно визуально судить о наличии сигнала модуляции.

Светодиоды успешно применяют для индикации состояния логических устройств, что бывает необходимо при контроле выходных и входных устройств, делает удобным эксплуатацию системы. Аналогичное применение светодиоды находят для индикации состояния триггерных ячеек в ОЗУ и блоках

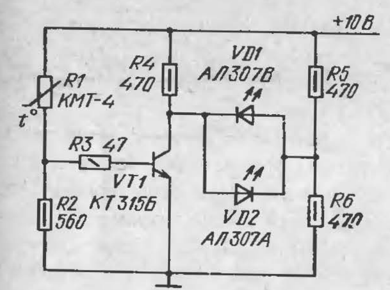



Рис. 4.6. Схема индикации заданной температуры

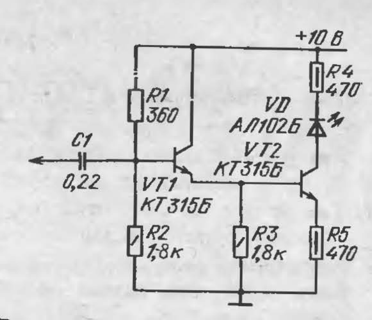


Рис. 4.7. Схема индикации наличия сигнала модуляции

регистров, особенно при диагностическом контроле и отладке. Бескорпусные светодиоды используют для контроля работоспособности закрытых блоков. Светодиод, встроенный в закрытый блок, сигнализирует об отказе или сбое без дополнительных проверок и замеров. Это позволяет сократить время устранения неисправности в системе. На рис. 4.8 показана схема индикации состояния выхода логического элемента. Свечение светодиода VD соответствует низкому уровню сигнала на выходе.

Светодиод с переменным цветом свечения АЛС331А может служить индикатором изменении токовых режимов в электронных цепях. На рис. 4.9 показана схема использования индикатора для точной настройки радиоприемника на радиопередающую станцию. В блоке УПЧ при отсутствии входного полезного сигнала в эмиттерной цепи транзистора VT течет максимальный постоянный ток, который вызывает красное свечение индикатора VD (левый излучающий переход открыт). По мере усиления входного сигнала постоянная составляющая в эмиттерной цепи падает, потенциал средней точки индикатора уменьшается, открывается правый излучающий переход. Таким образом, во время настройки цвет свечения индикатора последовательно меняется от красного до зеленого.

Если удовлетворяет красный цвет свечения индикатора и не предъявляется высоких требований к его яркостным характеристикам, рекомендуется в качестве элемента индикации логических сигналов применить светодиод 3Л102Б.

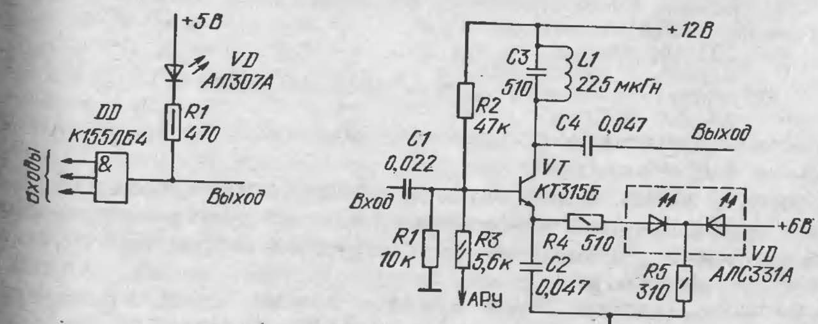
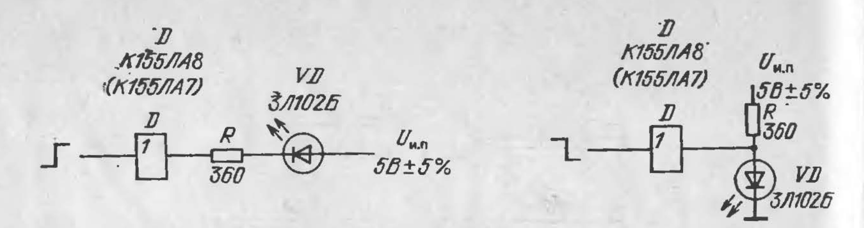


Рис. 4.8. Схема индикации состояния логического элемента

Рис. 4.9. Схема индикации настройки на радиопередающую сигнализацию



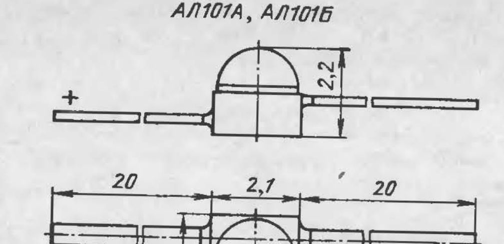


Рис. 4.10. Схема индикации при включенни для напряжеиия высокого уровня

Рис. 4.11. Схема индикации прн включении для напряжения низкого уровня

Схема индякации с применением светодиода при включении его напряжением высокого уровня приведена на рис. 4.10. В этой схеме можно также применять микросхемы К155ЛА1 — К155ЛА4, К155ЛА6.

Схема индикации с применением светодиода при включенин его напряжением низкого уровня приведена иа рис. 4.11.

Справочные данные ППЗИ

2Л101А, 2Л101Б, КЛ101А, КЛ101Б, КЛ101В. Светоизлучающие диоды, карбидокремниевые, желтого цвета свечения. Корпуса металлические. Предназначены для отображения информации в виде точки или других геометрических фигур, а также для использоваиия в устройствах автоматического регулирования. Тип диода указывается на групповой таре.

Масса диода не более 0,03 г.

Основные параметры:

Яркость, кд/м², не менее:
при T=298 K
2Л101А, КЛ101А 10
2Л101Б, КЛ101Б 15
КЛ101В 20
при T=343 K
2Л101А, КЛ101А, КЛ101Б 4
2Л101Б, КЛ101В 6
Постоянное прямое напряжение при максимальном токе, при (T=298 и 343 K), В, не более:
2Л101А, 2Л101Б 5
КЛ101А, КЛ101Б, КЛ101В 5,5
Постоянный прямой ток (T=263 до 343 K), мА, не более:
2Л101А, КЛ101А 10
2Л101Б, КЛ101Б 20
КЛ101В 40

3Л102А, 3Л102Б, 3Л102Г, АЛ102А, АЛ102Б, АЛ102Г. Светоизлучающие диоды, фосфид-галлиевые, эпитаксиальные, красного цвета свечения. Корпуса металлостеклянные. Предназначены для отображения информации.

Диоды маркируются цветными точками: АЛ102А — красной, АЛ102Б — двумя красными, АЛ102Г — тремя красными, 3Л102А — черной, 3Л102Б — двумя черными, 3Л102Г — треми черными. АЛ102В - зеленой

Масса диода не более 0,25 г.

АЛ101А, АЛ101Б

+ 2,2 20 2,1 20 2,1

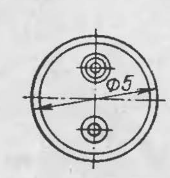
Основные параметры:

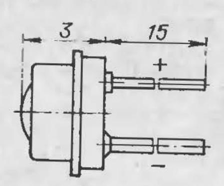
Сила света, мккд, не менее:
АЛ102А при $I_{пр}$=5 мА и T=298 K 40
3Л102А при $I_{пр}$=5 мА и T=298 K 40
при $I_{пр}$=5 мА и T=343 K 25
АЛ102Б при $I_{пр}$=20 мА и T=298 K 100
3Л102Б при $I_{пр}$=20 мА и T=343 K 40
АЛ102Г при $I_{пр}$=10 мА и T=298 K 200
3Л102Г при $I_{пр}$=10 мА и T=298 K 200
при $I_{пр}$=10 мА и T=343 K 100
Постоянное прямое напряжение, В, не более:
(для 3Л102А и АЛ102А при $I_{пр}$=5 мА, 3Л102Б и АЛ102Б при $I_{пр}$=20 мА, 3Л102Г и АЛ102Г при $I_{пр}$=10 мА) 2,8

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Постоянный прямой ток (T=213 ... 323 K), мА:
АЛ102А, АЛ102Г, 3Л102А, 3Л102Г 10
АЛ102Б, 3Л102Б 20
Постоянный прямой тока (T=323 ... 343 K), мА 10
Обратное напряжение постоянное или импульсное (при длительности импульса 20 мкс и частоте до 1 кГц), В 2

3Л102А. 3Л102Б. 3Л102Г.
АЛ102А. АЛ102Б. АЛ102Г





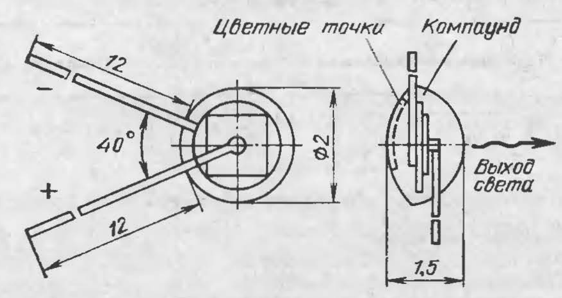
АЛ301А, АЛ301Б. Светоизлучающие диоды, фосфид-галлиевые, эпитаксиальные, бескорпусные, красного цвета свечения. Предназначены для использования в индикаторах, оптронах, гибридных микросхемах. Диоды маркируются цветными точками: АЛ301А — одной красной, АЛ301Б — двумя красными.

Масса диода не более 9 мг.

Основные параметры:

Сила света, мккд, не менее:
АЛ301А при $I_{пр}$=5 мА 25
АЛ301Б при $I_{пр}$=10 мА 100

Постоянное прямое напряжение (АЛ301А при $I_{пр}$=5 мА, АЛ301Б при $I_{пр}$=10 мА), В, не более 2,8
Предельный постоянный прямой ток, (Т=213 ... 343 К), мА 11



АЛ307А, АЛ307Б, АЛ307В, АЛ307Г. Светоизлучающие диоды, арсенид-галлий-алюминиевые, красного (АЛ307А, АЛ307Б) и зеленого (АЛ307В, АЛ307Г) цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для отображения информации.

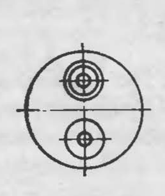
Диоды маркируются цветными точками: АЛ307А — одной черной, АЛ307Б — двумя черными, АЛ307В — одной черной, АЛ307Г — двумя черными.

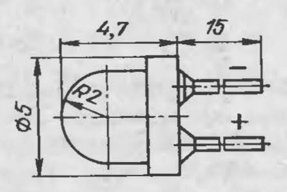
Масса диода не более 0,25 г.

Основные параметры:

Сила света, мккд, не менее:
АЛ307А при $I_{пр}$=10 мА 0,15
АЛ307Б при $I_{пр}$=10 мА 0,9
АЛ307В при $I_{пр}$=20 мА 0,4
АЛ307Г при $I_{пр}$=20 мА 1,5
Постоянное прямое напряжение, В, не более:
АЛ307А, АЛ307Б при $I_{пр}$=10 мА 2,0
АЛ307В, АЛ307Г при $I_{пр}$=20 мА 2,8
Предельный постоянный прямой ток (Т=213 ... 343 К), мА:
АЛ307А, АЛ307Б 20
АЛ307В, АЛ307Г 22
Предельное обратное напряжение, В 2

АЛ307А, АЛ307Б, АЛ307В, АЛ307Г





2Л105А. Цифровой одиоразрядный индикатор, карбидокремниевый, желто-оранжевого цвета свечения. Корпус пластмассовый. Предназначен для отображения информации и виде цифр.

Индикатор имеет семь сегментов, излучающих свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9. Отрицательный вывод маркируется цветной точкой на торце индикатора у общего вывода 1. Высота цифры 5 мм.

Масса индикатора не более 0,8 г.

Порядок подключения выводоа индикатора для получения изображения цифры

Воспроизводимые цифры	Подключаемые выводы	Воспроизводимые цифры	Подключаемые выводы
0	2, 3, 4, 5, 6, 8	5	2, 3, 5, 6, 7
1	2, 8 или 4, 5	6	2, 3, 4, 5, 6, 7 или 2, 3, 5, 6, 7, 8
2	3, 4, 6, 7, 8	7	2, 6, 8 или 3, 4, 5
3	2, 3, 6, 7, 8 или 3, 4, 5, 6, 7	8	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
4	2, 5, 7, 8 или 2, 4, 5, 7	9	2, 3, 5, 6, 7, 8 или 2, 3, 4, 5, 6, 7

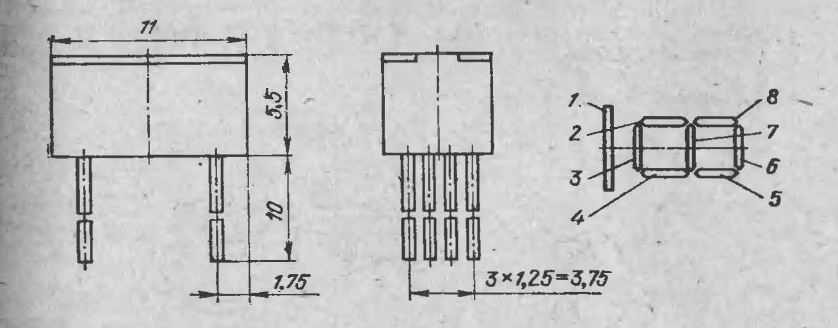
Основные параметры:

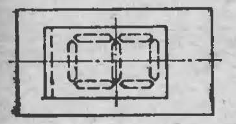
Яркость (при токе 10 мА через каждый элемент), не менее кд/м² 15
Коэффициент изменения яркости, не менее 0,5
Постоянное прямое напряжение, В:
при Т=293 К . . . . от 2,2 до 6
при Т=343 К . . . . от 1,8 до 6

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Прямой ток через элемент (Т=213 ... 358 К), мА . . . 12
Прямое напряжение, при котором отсутствует свечение (Т=213 ... 343 К), В 1

2Л105А





АЛ304А, АЛ304Б, АЛ304В, АЛ304Г. Цифровые одноразрядные индикаторы, арсенид-фосфид-галлиевые, эпитаксиальнопланарные, красного (АЛ304А, АЛ304Б, АЛ304Г) и зеленого (АЛ304В) цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для визуальной индикации.

Индикатор имеет семь сегментов и децимальную точку, излучающих свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и децимальную точку. Высота цифры 3 мм.

Масса индикатора не более 0,25 г.

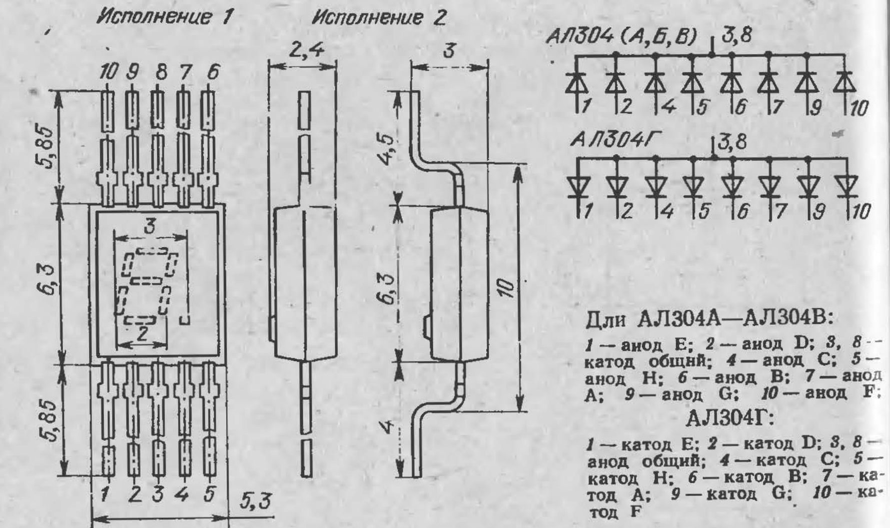
Основные параметры:

Яркость (при токе 5 мА через каждый сегмент), кд/м², не менее:

АЛ304А	140
АЛ304Б	от 80 до 320
АЛ304В (при токе 10 мА через каждый сегмент)	60
АЛ304Г	350
Допустимое отклонение яркости, %	—60
Постоянное прямое напряжение, В, не более:	
АЛ304А, АЛ304Б (Т=298 и 343 К)	2
АЛ304В, АЛ304Г (Т=298 и 343 К)	3

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Постоянный прямой ток через каждый сегмент (Т<343 К), мА	11
Мощность, рассеиваемая всеми сегментами индикатора (Т<343 К), мВт	264



Дли АЛ304А—АЛ304В:

1 — анод E; *2* — анод D; *3, 8* — катод общий; *4* — анод C; *5* — анод H; *6* — анод B; *7* — анод A; *9* — анод G; *10* — анод F;

АЛ304Г:

1 — катод E; *2* — катод D; *3, 8* — анод общий; *4* — катод C; *5* — катод H; *6* — катод B; *7* — катод A; *9* — катод G; *10* — катод F

АЛ305А — АЛ305Ж, АЛ305И — АЛ305Л. Цифровые одноразрядные индикаторы, арсенид-фосфид-галлиевые, красного АЛ305 (А—Г, Ж, И—Л) и зеленого АЛ305 (Д, Е) цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для визуальной индикации.

Индикатор имеет семь сегментов и децимальную точку, излучающие свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и децимальную точку. Высота цифры 6,9 мм.

Масса индикатора не более 1 г.

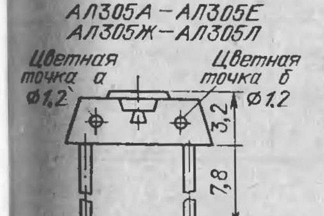
Маркировка индикаторов

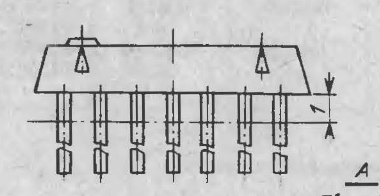
Тип индикатора	Цвет точки а	Цвет точки б	Тип индикатора	Цвет точки а	Цвет точки б
АЛ305А	Белый	Белый	АЛ305Е	Синий	—
АЛ305Б	»	—	АЛ305Ж	Черный	Черный
АЛ305В	Красный	Красный	АЛ305И	»	—
АЛ305Г	»	—	АЛ305К	»	Белый
АЛ305Д	Синий	Синий	АЛ305Л	—	—

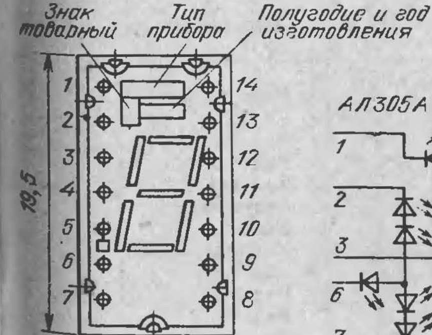
Основные параметры:

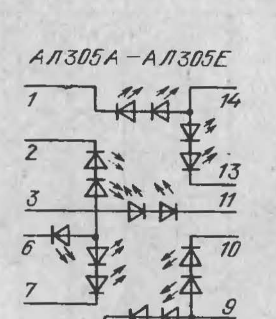
Яркость (при токе 20 мА через каждый сегмент), кд/м², не менее:

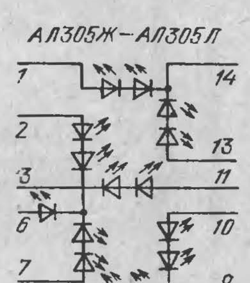
АЛ305 (А, Ж)	350
АЛ305 (Б, И)	200
АЛ305 (В, Д, К)	120
АЛ305 (Г, Е, Л)	60











Допустимое отклонение яркости, %:

АЛ305 (А, В, Ж) . . . . —60
АЛ305 (Б, Г, Е, И—Л) . . . . ±60
АЛ305Д . . . . —50

Постоянное прямое напряжение (при токе 20 мА), В, не более:

АЛ305 (А, Б) 4
АЛ305 (В — Ж, И — Л) 6

Предельный постоянный прямой ток через каждый сегмент (T<343 К), мА 22

АЛ306А — АЛ306Ж, АЛ306И. Матричные индикаторы арсенид-фосфид-галлиевые (АЛ306А, АЛ306Б), арсенид-галлий-алюминиевые (АЛ306В—АЛ306Е), фосфид-галлиевые (АЛ306Ж, АЛ306И) красного АЛ306 (А—Е) и зеленого АЛ306 (Ж, И) цвета свечения. Индикаторы изготовлены по планарной технологии. Предназначены для визуальной индикации.

Индикаторы имеют 35+1 дискретных сегментов, соединенных в матрицу с перекрестной коммутацией, излучающих свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и буквы А, Б, Г, Е, З, Н, О—С, У, Ч.

Масса индикатора не более 1,5 г.

Маркировка индикаторов

Тип индикатора	Цвет точки		Тип индикатора	Цвет точки	
	а	б		а	б
АЛ306А	Белый	Белый	АЛ306Д	Зеленый	Зеленый
АЛ306Б	»	—	АЛ306Е	»	—
АЛ306В	Черный	Черный	АЛ306Ж	Красный	Красный
АЛ306Г	»	—	АЛ306И	»	—

Определение полярности

Номер выводов	Ряд, колонка	Полярность	Номер выводов	Ряд, колонка	Полярность
1	Колонка 3	—	1	Колонка 3	+
2	Ряд 1	+	2	Ряд 1	—
3	Ряд 3	+	3	Ряд 3	—
4	Ряд 4	+	4	Ряд 4	—
5	Колонка 2	—	5	Колонка 2	+
6	Отсутствует		6	Отсутствует	
7	Колонка 1	—	7	Колонка 1	+
8	Колонка 4	—	8	Колонка 4	+
9	Ряд 7	+	9	Ряд 7	—
10	Ряд 6	+	10	Ряд 6	—
11	Ряд 5	+	11	Ряд 5	—
12	Ряд 2	+	12	Ряд 2	—
13	Колонка 6	—	13	Колонка 6	+
14	Колонка 5	—	14	Колонка 5	+

Основные параметры:

Яркость (при токе 10 мА через каждый сегмент), кд/м², не менее:

АЛ306А, АЛ306В 350
АЛ306Б, АЛ306Г 200
АЛ306Д, АЛ306Ж 120
АЛ306Е, АЛ306И 60

Допустимое отклонение яркости от среднего для данного индикатора значения, %:

АЛ306 (А, В) . . . . —60
АЛ306 (Б, Г — Е, И) . . . . ±60
АЛ306Ж . . . . —50

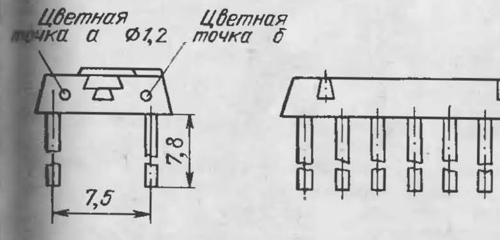
Постоянное прямое напряжение (при токе 10 мА), В, не более:

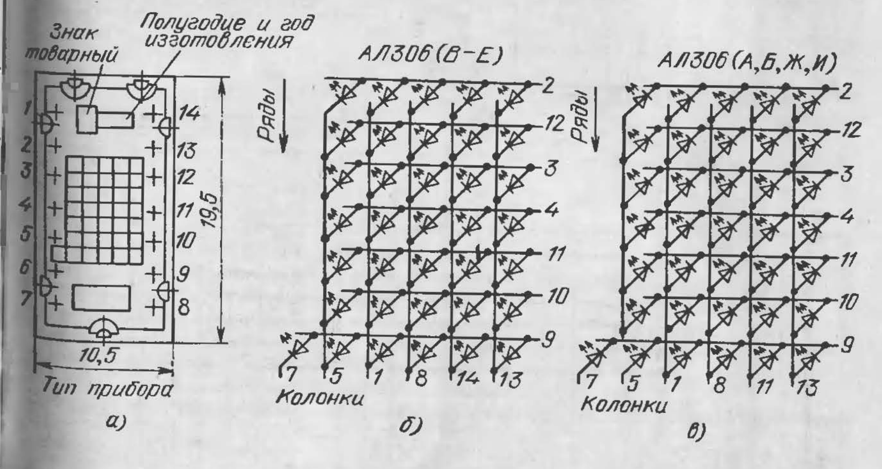
АЛ306 (А, Б) 2
АЛ306 (В — Ж, И) 3

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Постоянный прямой ток через каждый сегмент (T<343 К), мА . 11
Импульсный прямой ток через каждый сегмент, мА, при температуре корпуса до 343 К и скважности, не менее 30 300
Мощность, рассеиваемая индикатором (T<343 К), мВт:

АЛ306 (А, Б) 792
АЛ306 (В — И) 1188



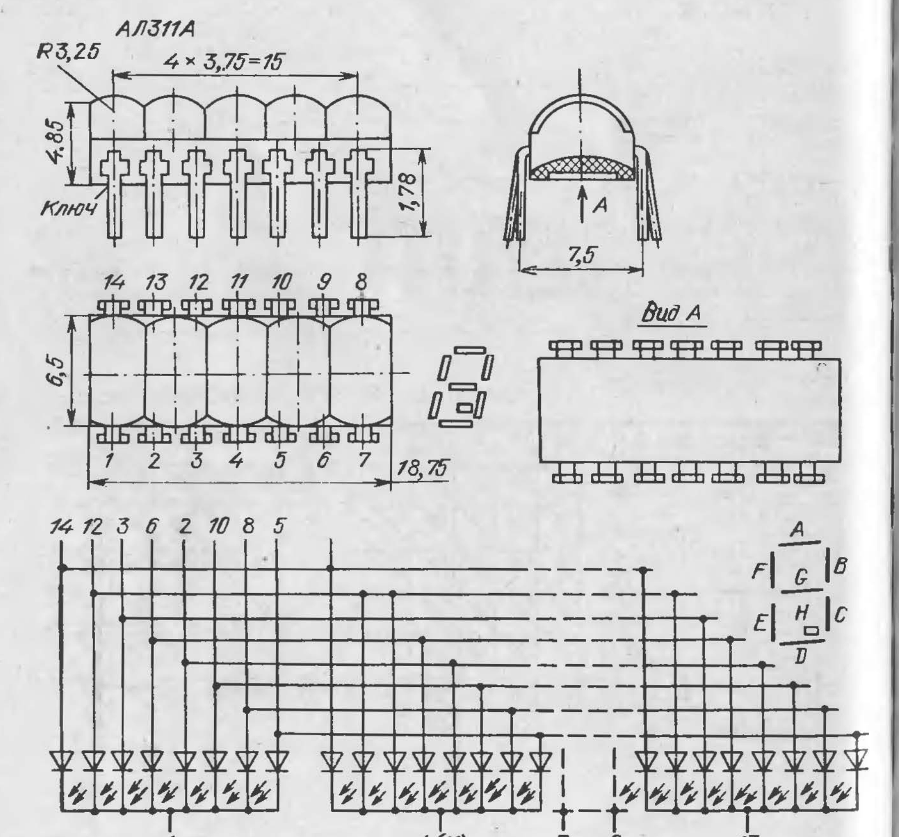


АЛС311А. Цифровой пятиразрядный ППЗСИ (сборка светоизлучающих арсенид-фосфид-галлиевых диодных индикаторов с общим катодом). Индикаторы изготовлены по планарно-эпитаксиальной технологии. Корпуса пластмассовые; верхняя часть корпусов выполнена в виде линз, расположенных над кристаллами соответствующих индикаторов. Каждый кристалл представляет собой восьмисегментный индикатор, излучающий красный свет. Сборка предназначена для работы в качестве табло, отображающего цифровую информацию в радиоэлектронных устройствах, в частности в электронных калькуляторах.

Масса сборки не более 5 г.

Основные параметры:

Число разрядов	5
Сила света разряда (при среднем токе 0,8 мА через каждый сегмент и скважности 16), мккд, не менее	400
Отношение силы света наиболее яркого к силе света наименее яркого сегмента в сборке, не более	2,5
Постоянное прямое напряжение (при прямом токе 0,8 мА через каждый сегмент), В, не более	2



Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Импульсный ток через сегмент (при длительности импульса 1 мс), мА:	
T=308 K	110
T=308 ... 323 K	110—3,67 (T—308)
Средний прямой ток через сегмент, мА:	
T=308 K	5
T=308 ... 323 K	5—0,167 (T—308)
Обратное напряжение любой формы (T=323 K) на сегменте (максимальное значение), В	5

АЛС313А-5. Цифровой одноразрядный индикатор, изготовлен по планарно-эпитаксиальной технологии, красного цвета свечения, бескорпусный. Предназначен для отображения цифровой и буквенной информации, в частности в электронных наручных часах.

Масса индикатора не более 0,01 г.

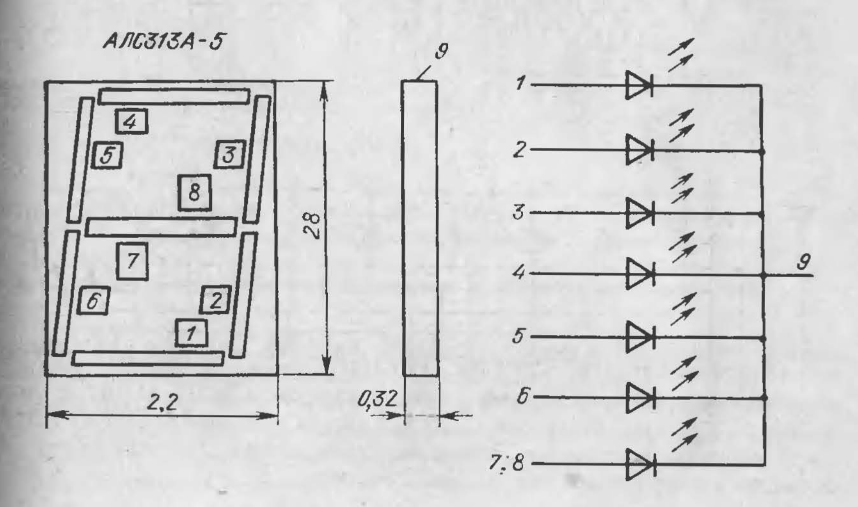
Основные параметры:

Сила света (при токе 5 мА через каждый сегмент), мккд, не менее	50
Разброс силы света сегментов, %, не более	30
Прямое напряжение на сегменте (при прямом токе 5 мА), В, не более	1,65

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Импульсный прямой ток через сегмент при семи включенных сегментах (на частоте 100 Гц), мА:	
T<308 K	20
T=308 ... 333 K	20—0,2 (T—308)
Средний прямой ток через сегмент при семи включенных сегментах, мА:	
T<308 K	5
T=308 ... 333 K	5—0,04 (T—308)
Обратное напряжение любой формы и периодичности, В	5

Сила света сегментов определяется как усредненная по всем сегментам индикатора. Разброс силы света сегментов определяется как отношение (в процентах) разности силы света наиболее яркого сегмента и силы света наименее яркого индикатора к сумме этих значений.



3ЛС314А, АЛС314А. Цифровой одноразрядный индикатор, арсенид-фосфид-галлиевый, эпитаксиальнопланарный, красного цвета свечения. Корпус пластмассовый. Предназначен для отображения информации.

Индикатор имеет семь сегментов и децимальную точку, излучающие свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и децимальную точку. Высота цифры 2,5 мм.

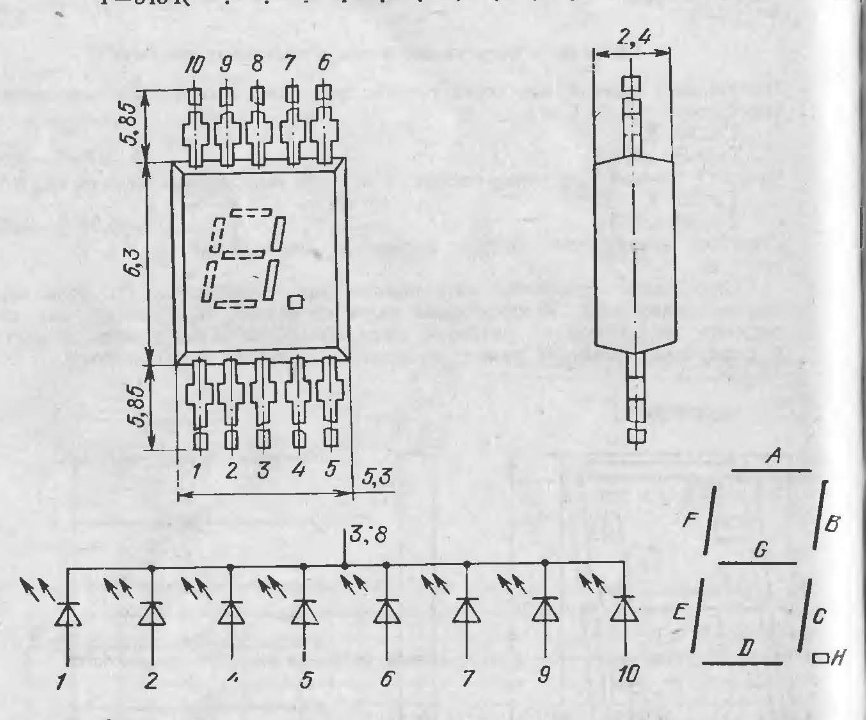
Масса индикатора не более 0,25 г.

Основные параметры:

Яркость (при токе 5 мА через каждый сегмент), кд/м², не менее	350
Разброс яркости между отдельными сегментами индикатора, %	±50
Постоянное напряжение (на каждом сегменте при токе 5 мА), В	2

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Обратное напряжение любой формы и периодичности, В	5
Постоянный прямой ток через каждый сегмент, мА:	
T<308 K	8
T=343 K	5



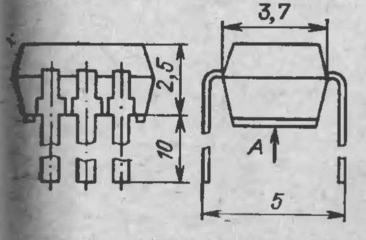
АЛС317А, АЛС317Б, АЛС317В, АЛС317Г. Шкальные ППЗСИ, состоящие из пяти светоизлучающих диодов с общим катодом АЛС317 (А, В) и общим анодом АЛС317 (В, Г) красного АЛС317 (А, Б) и зеленого АЛС317 (В, Г) цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для отображения информации в виде уровней или изменений величин.

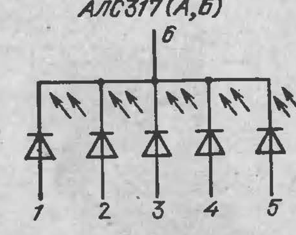
Индикаторы АЛС317А выпускают в красном корпусе, маркируются одной цветной точкой, АЛС317Б — в красном корпусе, маркируются двумя цветными точками, АЛС317В — а зеленом корпусе, маркируются одной цветной точкой, АЛС317Г — в зеленом корпусе, маркируются двумя цветными точками.

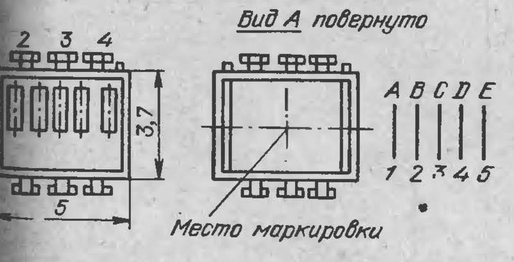
Масса индикатора не более 3 г.

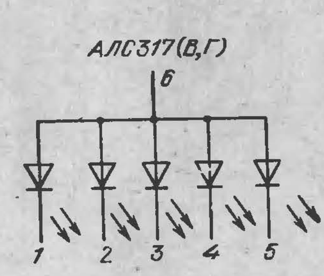
Основные параметры:

Сила света (при прямом токе 10 мА через каждый сегмент), мккд, менее:	
АЛС317А	150
АЛС317Б	350
АЛС317В	80
АЛС317Г	160
Постоянное прямое напряжение (при прямом токе 10 мА), В, не более:	
АЛС317 (А, Б)	2
АЛС317 (В, Г)	3
Предельный постоянный прямой ток через элемент (T=213 ... ... 343 K), мА	12









Для АЛС317А, Б:
1 — анод A; *2* — анод B; *3* — анод C; *4* — анод D; *5* — анод E; *6* — общий катод;
для АЛС317 (В, Г):
1 — катод A; *2* — катод B; *3* — катод C; *4* — катод D; *5* — катод E; *6* — анод общий

АЛС318А, АЛС318Б, АЛС318В, АЛС318Г. Цифровые индикаторы, девятиразрядные, арсенид-фосфид-галлиевые, красного цвета свечения.

Индикаторы состоят из девяти кристаллов, каждый из которых содержит семь сегментов и точку. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9.

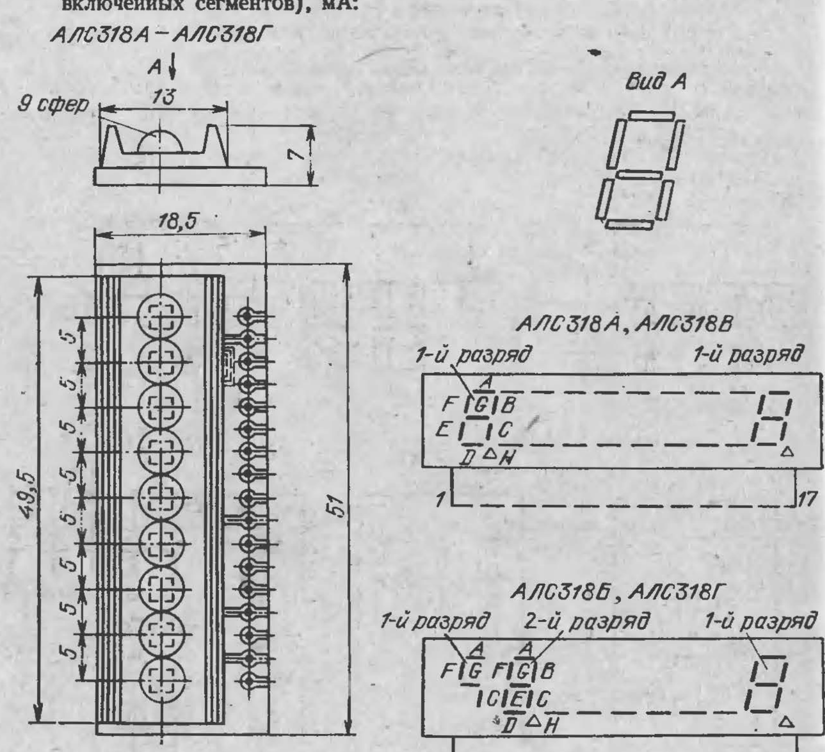
Масса индикатора не более 7,7 г.

Основные параметры:

Сила света разряда (при импульсном прямом токе через каждый сегмент или точку 5 мА), мккд 950
Постоянное прямое напряжение (на сегменте или точке при постоянном токе 5 мА), В, не более 1,9
Обратный ток (при обратном напряжении 3 В на каждом сегменте или точке), мкА, не более 10
Сопротивление сегмент-сегмент, разряд-разряд, кОм, не менее . . 2

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Импульсный ток через сегмент или точку (при частоте следования импульсов 100 Гц при любом числе включенных сегментов), мА:



Для АЛС318А, АЛС318В:

1 — катод разряда 1; *2* — анод элементов C; *3* — катод разряда 2; *4* — анод элементов H; *5* — катод разряда 3; *6* — анод элементов A; *7* — катод разряда 4; *8* — анод элементов E; *9* — катод разряда 5; *10* — анод элементов D; *11* — катод разряда 6; *12* — анод элементов G; *13* — катод разряда 7; *14* — анод элементов B; *15* — катод разряда 8; *16* — анод элементов F; *17* — катод разряда 9;

для АЛС318Б, АЛС318Г:

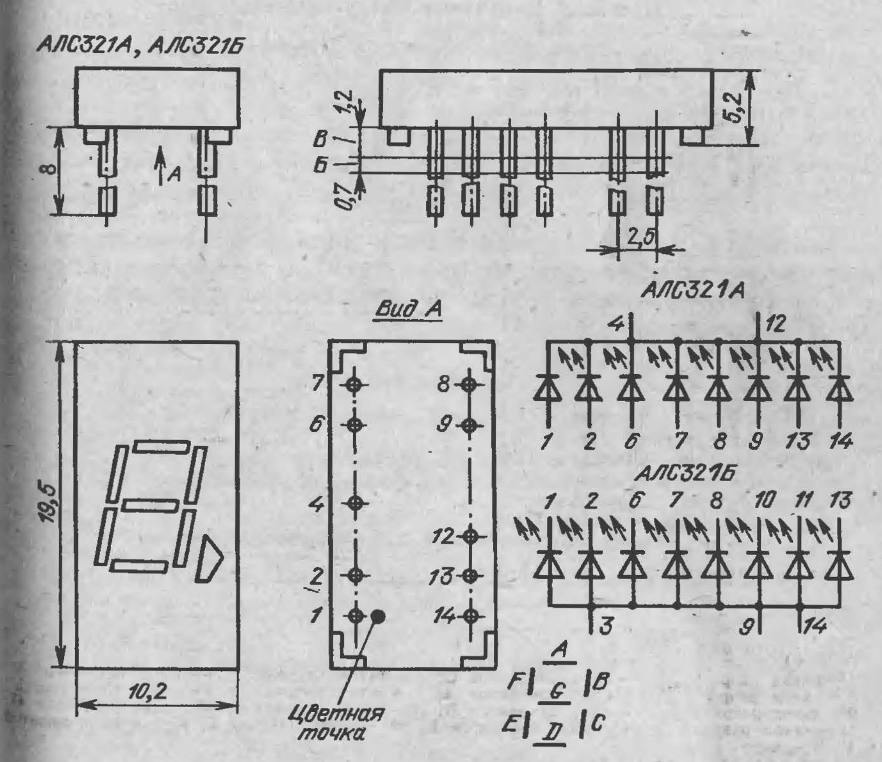
1 — катод разряда 1; *2* — анод элементов C разрядов 2—9; *3* — катод разряда 2; *4* — анод элементов C разряда 1, анод элементов H разрядов 2—9; *5* — катод разряда 3; *6* — анод элементов A разрядов 2—9; *7* — катод разряда 4; *8* — анод элементов E разрядов 2—9, анод элемента F разряда 1; *9* — катод разряда 5; *10* — анод элементов D разрядов 2—9; *11* — катод разряда 6; *12* — анод элементов G разрядов 2—9; *13* — катод разряда 7; *14* — анод элементов B разрядов 2—9; анод элемента A разряда 1; *15* — катод разряда 8; *16* — анод элементов F разрядов 2—9; анод элемента G разряда 1; *17* — катод разряда 9

T<308 K 40
T=308 ... 328 K . . . . 40—1,2 (T—308)
Средний прямой ток через сегмент или точку (при любом числе включенных сегментов), мА:
T<308 K 3
T=308 ... 328 K . . . . 3—0,12 (T—308)
Рассеиваемая на знаке мощность (при включенных семи сегментах и точке):
T<308 K 45
T=308 ... 328 K . . . . 45—1,8 (T—308)
Обратное напряжение любой формы и периодичности, В 5

Примечания. 1. Сила света первого разряда индикаторов АЛС318В, АЛС318Г не менее 400 мккд.

2. Отношение силы света наиболее яркого разряда к силе света наименее яркого разряда не более 2.

АЛС321А, АЛС321Б. Цифровые одноразрядные индикаторы, фосфид-галлиевые желто-зеленого цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для визуальной индикации.



Для АЛС321А:

1 — анод F; *2* — анод G; *4, 12* — катод общий; *6* — анод E; *7* — анод D; *8* — анод C; *9* — анод H; *13* — анод B; *14* — анод A;

для АЛС321Б:

1 — катод A; *2* — катод F; *3, 9, 14* — анод общий; *6* — катод H; *7* — катод E; *8* — катод D; *10* — катод C; *11* — катод G; *13* — катод B

Индикатор имеет семь сегментов и децимальную точку, излучающие свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и децимальную точку. У индикаторов АЛС321А сегменты имеют общий катод, у АЛС321Б — общий анод. Высота цифры 7,5 мм.

Масса индикатора не более 2 г.

Основные параметры:

Сила света (при прямом токе 20 мА через каждый сегмент или точку), мккд, не менее:	
для сегмента	0,12
для децимальной точки	0,02
Отношение силы света двух любых сегментов индикатора, не более	3
Постоянное прямое напряжение (на каждом сегменте или децимальной точке при прямом токе 20 мА), В, не более	3,6

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Обратное напряжение любой формы и периодичности (T<343 K), В	5
Постоянный прямой ток, мА:	
T<308 K	5
T=308 ... 343 K	25—0,5 (T—308)
Рассеиваемая индикатором мощность, мВт:	
T<308 K	720
T=308 ... 343 K	720—14,4 (T—308)

АЛС323А-5. Буквенно-цифровой ППЗСИ, планарно-эпитаксиальный, красного цвета свечения, бескорпусный. Предназначен для отображения цифровой и буквенной информации, в частности в электронных наручных часах.

Масса индикатора не более 0,1 г.

Основные параметры:

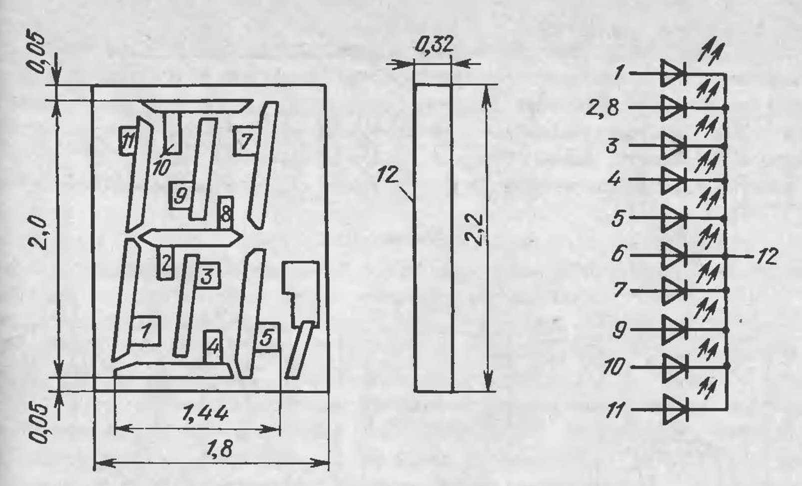
Сила света (при токе 3 мА через каждый сегмент), мккд, не менее	50
Разброс силы света сегментов, %, не более	30
Прямое напряжение на каждом сегменте, (при прямом токе 3 мА), В, не более	1,65

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Импульсный прямой ток через сегмент (при семи включенных сегментах частоте 100 Гц), мА:	
T<308 K	20
T=308 ... 333 K	20—02 (T—308)
Средний прямой ток через сегмент (при семи включенных сегментах), мА:	
T<308 K	4
T=308 ... 333 K	4—0,4 (T—308)
Обратное напряжение любой формы и периодичности, В	5

Примечания. 1. Сила света сегмента определяется как усредненная по всем сегментам индикатора.

2. Разброс силы света сегментов определяется как отношение (в процентах) разности силы света наиболее и наименее яркого сегмента индикатора к сумме этих значений.



АЛС324А, АЛС324Б. Цифровые одноразрядные индикаторы, арсенид-фосфид-галлиевые красного цвета свечения. Корпуса пластмассовые. Предназначены для отображения цифровой информации.

Индикатор имеет семь сегментов и децимальную точку, излучающие свет при прохождении прямого тока. Комбинации сегментов, осуществляемые внешней коммутацией, позволяют воспроизводить цифры от 0 до 9 и децимальную точку. Сегменты индикаторов АЛС324А имеют общий катод, АЛС324Б — общий анод. Высота цифры 7,5 мм.

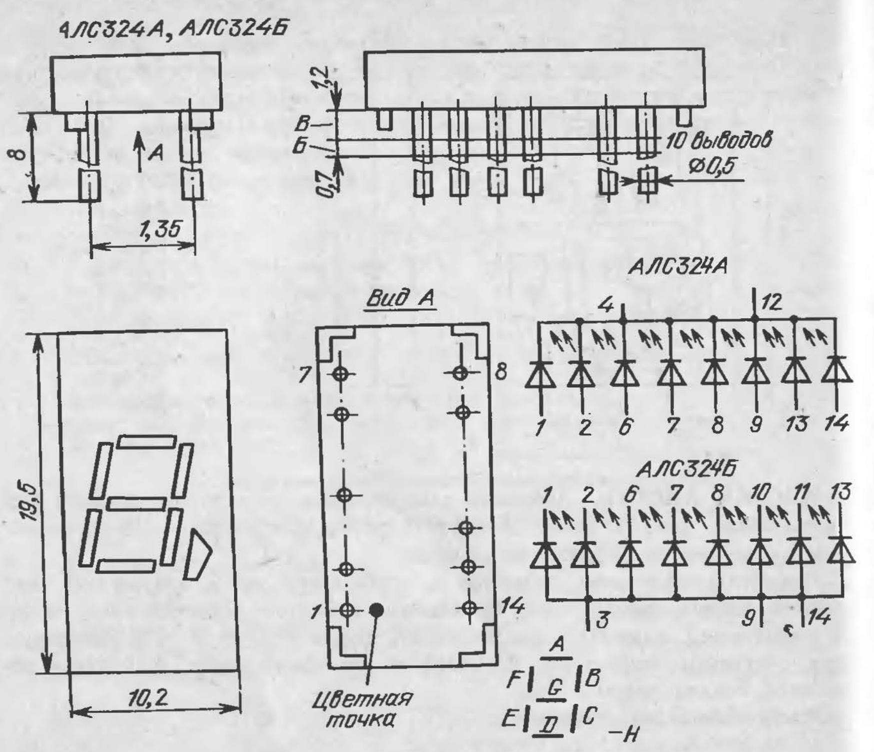
Масса индикатора не более 2 г.

Основные параметры:

Сила света (при прямом токе 20 мА через каждый сегмент), мккд, не менее:	
для сегмента	0,15
для децимальной точки	0,05
Отношение силы света двух любых сегментов индикатора, не более	3
Постоянное прямое напряжение (на каждом сегменте или децимальной точке при прямом токе 20 мА), В, не более	2,5

Предельно допустимые эксплуатационные данные:

Обратное напряжение любой формы и периодичности (T<343 K), В	5
Постоянный прямой ток через сегмент, мА:	
T<308 K	25
T=308 ... 343 K	25—0,5 (T—308)
Импульсный прямой ток (при $\tau_и \leq 10$ мс и $I_{пр.ср}$=25 мА), мА	300
Рассеиваемая индикатором мощность, мВт:	
T=213 ... 308 K	500
T=308 ... 343 K	500—10 (T—308)



Для АЛС324А:

1 — анод F; *2* — анод G; *4*, *12* — катод общий; *6* — анод E; *7* — анод D; *8* — анод C; *9* — анод H; *13* — анод B; *14* — анод A:

для АЛС324Б:

1 — катод A; *2* — катод F; *3*, *9*, *14* — анод общий; *6* — катод H; *7* — катод E; *8* — катод D; *10* — катод C; *11* — катод G; *13* — катод B

Глава 5

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ МИКРОСХЕМ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАКОСИНТЕЗИРУЮЩИМИ ИНДИКАТОРАМИ

Общие сведения и условные обозначения

Устройства управления ЗСИ предназначены для преобразования и обработки электрических сигналов, меняющихся в соответствии с передаваемой информацией, в сигналы напряжения или тока, подаваемые на электроды индикатора и отображаемые на информационном поле в виде, удобном для быстрого и надежного восприятия. Основными структурными устройствами управления ЗСИ в настоящее времи являются микропроцессоры, микросхемы и микросборки. Сегодня радиолюбители имеют в своем распоряжении широкую номенклатуру микросхем и микросборок. В практике радиолюбителей для схем управления знакосинтезирующими индикаторами используются функционально законченные микросхемы: триггеры, счетчики, дешифраторы цифровых сигналов в сигналы позиционного кода индикаторов, мультиплексоры, коммутаторы и др. Для надежной работы устройств отображения информации следует учитывать эксплуатационную и эргономическую совместимость индикаторов и устройств управления. Эргономические требования к индикаторам установлены ГОСТ 29.05.002—82 «Индикаторы цифровые знакосинтезирующие Общие эргономические требования». Условные обозначения микросхем, методы измерения их параметров и другие сведения определяются ГОСТ 19480—74 «Микросхемы интегральные. Электрические параметры. Термины, определения и буквенные обозначения»; ГОСТ 18683—73 «Микросхемы интегральные логические. Методы измерения электрических параметров»; ГОСТ 19799—74 «Микросхемы интегральные аналоговые. Методы измерения электрических параметров и определения характеристик»; ГОСТ 22565—77 «Микросхемы интегральные. Запоминающие устройства и элементы запоминающих устройств. Термины, определения и буквенные обозначения электрических параметров»; ГОСТ 2.743—82 «Обозначения условные графические в схемах. Элементы цифровой техники».

В настоящее время действуют две системы условных обозначений микросхем: «старая» — для микросхем, разработанных до 1974 г., и «новая» — для микросхем, разработанных позже. И та и другая системы имеют общую четырехэлементную формулу условных обозначений. В старой системе первый элемент определяет конструктивно-технологический признак микросхемы: 1 — полупроводниковая, 2 — гибридная, 3 — пленочная. Второй элемент — две буквы, определяющие функциональный признак подгруппы и вида микросхемы. Третий элемент — две цифры, обозначающие порядковый номер разработки серии микросхем. Четвертый элемент — одна или две цифры, указывающие порядковый номер микросхемы в данной серии. В обозначениях микросхем широкого применения перед первым элементом ставятся буква К. В новой системе индекс К и четыре элемента обозначения сохранены, но расширен ряд цифровых и буквенных индексов, а также порядок их размещения.

Первый элемент — одна цифра, обозначающая группу микросхем: 1, 5, 6, 7 — полупроводниковые микросхемы; 2, 4, 8 — гибридные; 3 — пленочные, керамические и др.

Второй элемент — две или три цифры, обозначающие порядковый номер серии.

Третий элемент — две буквы, соответствующие подгруппе и виду функций, выполняемых микросхемами.

Четвертый элемент — условный номер в данной серии.

Далее приводится перечень условных обозначений и функциональных свойств микросхем, применяемых в устройствах управления индикаторами.

Основные параметры

Параметры, имеющие размерность напряжения:

Напряжение низкого уровня U^0 (лог. 0) — напряжения низкого уровня для «положительной» логики[1] или значение напряжения высокого уровня для «отрицательной»[2] логики.

Напряжение высокого уровня U^1 (лог. 1) — напряжения высокого уровня для положительной логики и значение напряжения низкого уровня для отрицательной логики.

Параметры, имеющие размерность тока:

входной ток высокого уровня $I^1_{вх}$ — значение входного тока при напряжении высокого уровня на входе микросхемы;

входной ток низкого уровня $I^{(0)}_{вх}$ — значение входного тока при напряжении низкого уровня на входе микросхемы;

выходной ток высокого уровня $I^1_{вых}$ — значение выходного тока при напряжении высокого уровня на выходе микросхемы;

выходной ток низкого уровня $I^{(0)}_{вых}$ — значение выходного тока при напряжении низкого уровня;

ток потребления $I_{пот}$ — значение тока, потребляемого микросхемой от источников питания, в заданном режиме;

ток утечки на входе $I_{ут.вх}$ — значение тока во входной цепи микросхемы при закрытом состоянии входа и заданных режимах на остальных выводах;

ток утечки на выходе $I_{ут.вых}$ — значение тока в выходной цепи микросхемы при закрытом состоянии выхода и заданных режимах на остальных выводах;

ток холостого хода $I_{х.х}$ — значение тока, потребляемого микросхемой при отключенной нагрузке.

Другие параметры:

потребляемая мощность $P_{пот}$ — значение мощности, потребляемой микросхемой от источников питания в заданном режиме;

время задержки распространения сигнала при включении микросхемы $t^{1,0}_{зд.р}$ — интервал времени между входным и выходным импульсами при переходе напряжения на выходе микросхемы от напряжения высокого уровня к напряжению низкого уровня, измеренный на уровне 0,5 или на заданных значениях напряжения;

время задержки распространения сигнала при выключении микросхемы $t^{0,1}_{зд.р}$ — интервал времени между входным и выходными импульсами при переходе напряжения на выходе микросхемы от напряжения низкого уровня к напряжению высокого уровня, измеренный на уровне 0,5 или на заданных значениях напряжения.

---

[1] Положительная логика — логика, для которой напряжение высокого уровня соответствует наиболее положительному, а напряжение низкого уровня наименее положительному значению напряжения цифрового сигнала.

[2] Отрицательная логика — логика, для которой напряжение высокого уровня соответствует наименее положительному, а напряжение низкого уровня — наиболее положительному значению напряжения цифрового сигнала.

Справочные данные

Серия К155:

К155ИД1 (КМ155ИД1) — высоковольтный дешифратор для управления газоразрядными индикаторами

К155ИД8А, К155ИД8Б — дешифратор для управления неполной матрицей 7×5 на единичных полупроводниковых ЗСИ

К155ИД9 — дешифратор для управления неполной матрицей 7×4 на единичных полупроводниковых ЗСИ

К155РЕ3 — ППЗУ емкостью 256 бят (32 слова×8 разрядов)

К155РЕ21 — ПЗУ на 1024 бит — преобразователь двоичного кода в код знаков русского алфавита

К155РЕ22 — ПЗУ на 1024 бит — преобразователь двоичного кода в код знаков латинского алфавита

К155РЕ23 — ПЗУ на 1024 бит — преобразователь двоичного кода в код арифметических знаков и цифр

К155РЕ24 — ПЗУ на 1024 бит — преобразователь двоичного кода в код дополнительных знаков

Серия К161:

К161ИД1 — дешифратор двоичного трехразрядного кода

К161ИЕ2 — комбинированный двоичный счетчик со сквозным переносом на три разряда

К161КН1 — семиканальный коммутатор с инверсными входами

К161КН2 — семиканальный коммутатор с прямыми входами

К161ПР1 — преобразователь кода 8-4-2-1, 2-4-2-1 в позиционный код сегментных цифровых индикаторов

К161ПР2 — преобразователь кода 8-4-2-1 в позиционный код сегментных цифровых индикаторов

К161ПР3 — преобразователь кода 8-4-2-1 в позиционный код индикатора

Серия К176:

К176ИД1 — дешифратор 4×10

К176ИД2 — дешифратор двоичного кода в информацию для вывода на семисегментный индикатор

К176ИЕ3 — счетчик по модулю 6 с дешифратором для вывода информации на семисегментный индикатор

К176ИЕ4 — счетчик по модулю 10 с дешифратором для вывода информации на семисегментный индикатор

К176ИЕ5 — 15-разрядный делитель частоты

К176ИЕ8 — десятичный счетчик с дешифратором

К176ИЕ12 — двоичный счетчик на 60- и 15-разрядный делитель частоты

К176ИЕ13 — двоичный счетчик с устройством управления

Серия К190:

К190КТ1 — коммутатор пятиканальный

Серия К514:

К514КТ1 — девять электронных ключей

К514ИД1 — дешифратор дли семисегментного полупроводникового индикатора с разъединенными анодами сегментов

К514ИД2 — дешифратор для семисегментиого полупроводиикового-цифрового иидикатора с разъединенными катодами сегментов

Серия К545:

К545КТ1 — трн токовых разрядных ключа и три токовых сегментных ключа для зажигаиия табло, составленного из семисегментных полупроводииковых индикаторов с общим анодом в мультиплексиом режиме

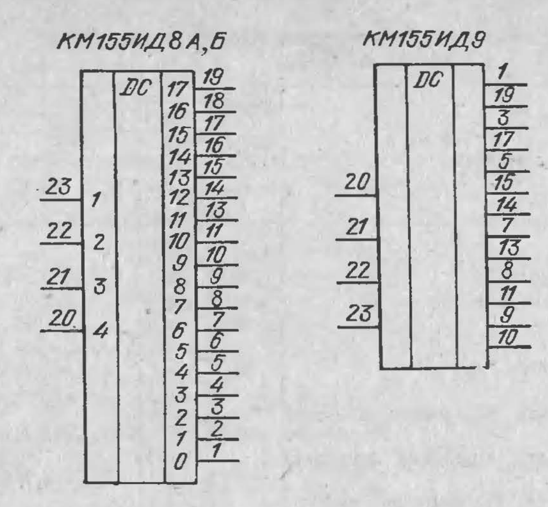
Серия К564:

К564ИК2 — дешифратор двоичиого кода дли семисегментных индикаторов, генератор, делнтель частоты иа пять с преобразователем и дешифратором

Основиые параметры микросхем КМ155ИД8А, КМ155ИД8Б, КМ155ИД9

Параметр	КМ155ИД8А КМ155ИД8Б	КМ155ИД9	Режим измерения *
	Значение		
$I^0_{вх}$, мА, не более	—1,6	—1,6	а, б
$I^1_{вх}$, мА, ие более	0,04	0,04	а, в
$I_{вх.пр}$, мА, не более	1	—	а, г
$U^0_{вых}$ (на выходе, стыкующемся с одиим ППИ; $I_н=10$ мА), В, не более	4	4	д, е
$U^0_{вых\,min}$ (иа выходе, стыкующемся с одним ППИ; $I_н=10$ мА), В, не менее	2,3		д, е
$U^0_{вых}$ (на выходе, стыкующемся с двумя последовательно соедииенными ППИ; $I_н=10$ мА, В, не более	2,3	2,3	д, е
$U^0_{вых\,min}$ (иа выходе, стыкующемся с двумя последовательно соедниенными ППИ; $I_н=10$ мА), В, ие менее	1		д, е
$I_{х.х}$, мА, не более	65	65	а
$I_{ут.вых}$, мА, не более	0,2	0,2	а
$t^{1,0}_{зд.р}$, нс, не более	100	100	ж

* а) $U_{и.п}=5,5$ В; б) $U_{пр.в}=0,4$ В; в) $U_{пр.в}=2,4$ В; г) $U_{пр.в}=5,5$ В; д) $U_{и.п}=4,5$ В; е) $I_н=10$ мА; ж) $U_{и.п}=5$ В.



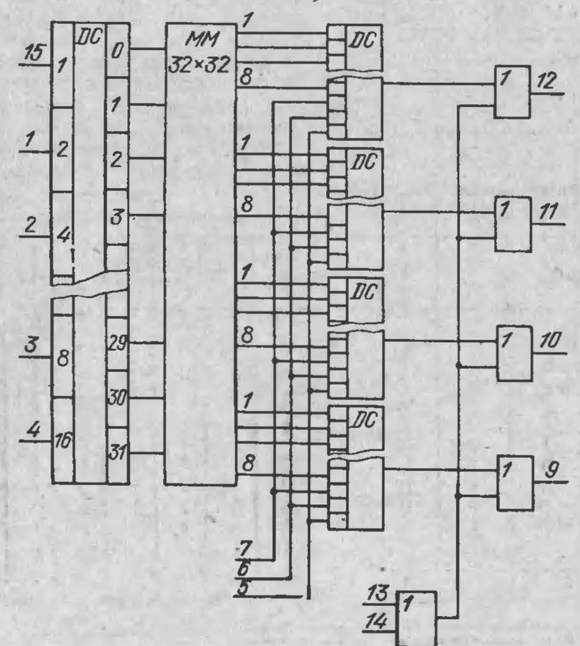
Основиые параметры микросхем К155ИД1, КМ155ИД1

Параметр	Значение	Режим измерения *
$P_{пот}$, мВт, ие более	132	
$I_{пот}$, мА, ие более	25	
$I^1_{вх}$, мА, ие более	0,04 (вывод 3); 0,08 (выводы 4, 6, 7)	а—в
$I^0_{вх}$, мА, не более	—1,6 (вывод 3); —3,2 (выводы 4, 6, 7)	а—в
$U^0_{вых}$, В, не более	2,5	г

* а) $U=2,4$ В; б) $U_{и.п}=5,25$ В; в) $U_{пр.в}=0,4$ В; г) $U_{и.п}=4,75$ В.

Основные параметры микросхем К155РЕ21, К155РЕ22, К155РЕ23, К155РЕ24, К155РЕ3

Параметр	Значение: К155РЕ21, К155РЕ22, К155РЕ23, К155РЕ24	Значение: К155РЕ3	Режим измерения
$I_{пот}$, мА, не более	130	110	$U_{и.п}=-5{,}25$ В
$U^0_{вых}$, В, не более	0,4	0,5	$U_{и.п}=-4{,}75$ В
$I^1_{вых}$, мкА, не более	100	100	$U_{и.п}=4{,}75$ В
$I^0_{вх}$, мА, не более	—1	—1,6	$U_{и.п}=5{,}25$ В $U_{пр.в}=0{,}4$ В
$I^1_{вх}$, мкА, не более	40	—	$U_{и.п}=5{,}25$ В $U_{пр.в}=2{,}4$ В
$t^{1,0}_{зд.р}$ (по входам «Выборка адреса»), нс, не более	60	—	$U_{и.п}=5$ В
$t^{0,1}_{зд.р}$ (по входам «Выборка адреса»), нс, не более	60	—	$U_{и.п}=5$ В
$t^{1,0}_{зд.р}$ (по входу «Разрешение выборки»), нс, не более	30	50	$U_{и.п}=5$ В
$t^{0,1}_{зд.р}$ (по входу «Разрешение выборки»), нс, не более	30	50	$U_{и.п}=5$ В



К155РЕ24

К155РЕ3

Выходной код слова микросхем К155РЕ21, К155РЕ22, К155РЕ23

Символ слова	Выходной код слова на выходе: 12	11	10	9
А	0	0	0	0
Б	1	0	0	0
В	0	1	0	0
Г	1	1	0	0
Д	0	0	1	0
Е	1	0	1	0
Ж	0	1	1	0
И	1	1	1	0
К	0	0	0	1
Л	1	0	0	1
М	0	1	0	1
Н	1	1	0	1
П	0	0	1	1
Р	1	0	1	1
С	0	1	1	1
Т	1	1	1	1

Режимы на входах и выходе микросхемы К155РЕ24

Режим на входе: до изменения состояния (t_n)			после изменения состояния (t_n+1)			Режим на выходе: до изменения состояния на входах	после изменения состояния на входах
3	4	5	3	4	5	6	6
1	1	0	1	1	1	0	0
0	×	1	0	×	0	0	0
×	0	1	×	0	0	0	0
0	×	0	0	×	1	0	_⌈‾⌉_
×	0	0	×	0	1	0	_⌈‾⌉_
1	1	1	×	0	1	0	_⌈‾⌉_
1	1	1	0	×	1	0	_⌈‾⌉_
×	0	0	×	1	0	0	0
0	×	0	1	×	0	0	0
×	0	1	1	1	1	0	0
0	×	1	1	1	1	0	0
1	1	0	×	0	0	0	0
1	1	0	0	×	0	0	0

Примечание. × — любое состояние; _⌈‾⌉_ — одиночный импульс.

Основные параметры микросхем К161КН1, К161КН2

Параметр	Значение	Режим измерения*
$I_{ут.вх}$, мкА, не более	1	а
$I_{ут.вых}$, мкА, не более	8	б, в, г
$U^0_{вых}$, В, не менее	—4	б, в, г
$I_{пот}$, мА, не более	1,2	

* а) $U_{и.п}$=—25 В; б) $U_{и.п}$=—30 В; в) $U^0_{вх}$=—3 В; г) $U_{вых}$=—60 В.

Предельно допустимые эксплуатационные данные К161КН1, К161КН2:

Напряжение источника питания в течение времени не более 5 мкс, В	—40
Напряжение коммутации выходных ключей в течение времени не более 5 мкс, В	—70
Напряжение, В	
$U^1_{вх}$	—8,5 ... —24
$U^0_{вх}$	0 ... —3
Напряжение положительной полярности на входе, В	—24 ... —30
Напряжение коммутации выходных ключей, В	0 ... —60
Ток открытого ключа ($\tau \leqslant$ 5 мкс), мА	35
Суммарный ток открытых ключей, мА	30

Примечание. Информация на входных выводах не должна изменяться в течение времени перехода импульса разрешения 1 в 0 и не менее 5 мкс после его окончания.

Основные параметры микросхем К161ИД1, К161ИЕ2

Параметр	К161ИД1	К161ИЕ2
	Значение параметра	
$U^0_{вых}$, В, не менее	—3*	—1,5**
$U^1_{вых}$, В, не более	—10*	—10**
$I_{ут.вх}$, мкА, не более	0,1	0,1
$I_{пот\ 1}$, мА, не более	5	1,5
$I_{пот\ 2}$, мА, не более	0,01	1,3
$f_р$, кГц, не более	200	200

* $U^0_{вх}$=—3,5 В; $U^1_{вх}$=—9,5 В.
** $U^0_{вх}$ = —3,0 В; $U^1_{вх}$ = —8,5 В; $U_{вх\ А}$=—10 В; $\tau_и$=50 мкс.

Предельно допустимые эксплуатационные данные К161ИД1, К161ИД2:

Напряжение источника питания, В:	
$U_{и.п1}$	—11,3 ... —14
$U_{и.п2}$	—24,3 ... —30
Кратковременное напряжение источника питания в течение времени не более 5 мс, В:	
$U_{и.п1}$	—20
$U_{и.п2}$	—40
Разность между напряжением источников питания 1 и 2, В	20
Входное напряжение, В:	
$U^1_{вх}$	—8,5 ... —14
$U^0_{вх}$, не менее	—3,5 ... —3
Напряжение положительной полярности на любом выводе по отношению к общему выводу, В	0,5

Таблица истинности микросхемы К161ИД1

Номер кодовой комбинации сигналов	Выводы микросхемы										
	2	3	4	5	6	9	10	11	12	13	14
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
2	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
5	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
7	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
8	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Таблица истинности микросхемы К161ИЕ2

Номер кодовой комбинации сигналов	Выводы микросхемы								
	2, 3, 4	5*	6*	9*	10**	11***	12***	13***	14
1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2	0	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	0	1	0	0	1	0	0
4	0	0	0	1	0	0	1	1	0
5	0	0	0	1	0	1	0	0	0
6	0	0	0	1	0	1	0	1	0
7	0	0	0	1	0	1	1	0	0
8	0	0	0	1	0	1	1	1	0
9	0	0	0	1	1	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	0	0	0	1	1	1	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0
14	1	1	0	0	0	1	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0

* Импульсный вход, сигнал на него подается позже остальных входных сигналов.
** Импульсный выход.
*** Выход.

Основные параметры микросхем К161ПР1, К161ПР2

Параметр	Значение параметра	Режим измерения *
$U^1_{о.кл}$, В, не более	2	1, 3, 5, 6, 9—12, 14
$I_{ут.кл}$, мкА, не более	2	1, 3, 5, 6, 9—12, 14
$I_{ут.вх}$, мкА, не более	0,5	1
$C_{вх}$, пФ, не более	4	7, 8, 13
$I_{пот}$, мА, не более	1,8	2, 4, 5, 6, 11, 12, 14

* 1) $U_{и.п}=-24$ В. 2) $U_{и.п}=-30$ В. 3) $U^1_{вх}=-8$ В. 4) $U^1_{вх}=-8{,}5$ В. 5) $U^0_{вх}=-3$ В. 6) $U_{Азп}=-9$ В[2]. 7) $U_{см}=-1{,}5\pm0{,}5$ В. 8) $U_{дейст}=0{,}5$ В. 9) $U_{ип.кл}=-30$ В. 10) $I_{кл}=0{,}8$ мА[3]. 11) $\tau_{вх}\geqslant60$ мкс. 12) $\tau_{Азп}\geqslant1$ мкс. 13) $f=10 \ldots 1000$ кГц. 14) $Q\geqslant5$.

Примечание. $U_{о.кл}$ — падение напряжения на открытом ключе; $U_{Азп}$ — амплитуда напряжения импульса записи; $I_{кл}$ — ток в цепи выходного ключа.

Основные параметры микросхемы К161ПР3

Параметр	Значение	Режим измерения *
$I_{ут.вх}$, мкА, не более	1	1
$I_{ут.вых}$, мкА, не более	3	2, 3, 5—7
$U^0_{вых}$, В, не менее	—4	2, 3, 5—7, 8
$C_{вх}$, пФ, не более	5	9
$I_{пот}$, мА, не более	1,8	2, 3

* 1) $U_{и.п}=-25$ В. 2) $U_{и.п}=-30$ В. 3) $U^1_{вх}=-8{,}5$ В. 5) $U^0_{вх}=-3$ В. 6) $U_{вых}=-60$ В. 7) $\tau_{и.вх}\geqslant6{,}6$ мкс. 8) $\tau_{Азап}\geqslant1$ мкс. 9) $f=100 \ldots 1000$ кГц.

К161ПР1 К161ПР2 К161ПР3

Разрешение записи; Запятая (точка)

Таблица истинности микросхем К161ПР1, К161ПР2

Номер кодовой комбинации сигналов	Кодовая комбинация выходных сигналов на выводе					Формируемый знак	
	2	3	4	5	6	К161ПР1	К161ПР2
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	1
3	0	1	0	0	0	2	2
4	1	1	0	0	0	3	3
5	0	0	1	0	0	4	4
6	1	0	1	0	0	5	5
7	0	1	1	0	0	6	6
8	1	1	1	0	0	7	7
9	0	0	0	1	0	8	8
10	1	0	0	1	0	9	9
11	0	1	0	1	0	2	Гашение информации
12	1	1	0	1	1	5	Сегмент е
13	0	0	1	1	0	6	4
14	1	0	1	1	0	7	5
15	0	1	1	1	0	8	Сегменты б, д, е, ж
16	1	1	1	1	0	9	1
17	0	0	0	0	1	0 и Зпт	0 и Зпт
18	1	0	0	0	1	1 и Зпт	1 и Зпт
19	0	1	0	0	1	2 и Зпт	2 и Зпт
20	1	1	0	0	1	3 и Зпт	3 и Зпт
21	0	0	1	0	1	4 и Зпт	4 и Зпт
22	1	0	1	0	1	5 и Зпт	5 и Зпт
23	0	1	1	0	1	6 и Зпт	6 и Зпт
24	1	1	1	0	1	7 и Зпт	7 и Зпт
25	0	0	0	1	1	8 и Зпт	8 и Зпт
26	1	0	0	1	1	9 и Зпт	9 и Зпт
27	0	1	0	1	1	2 и Зпт	Зпт
28	1	1	0	1	1	5 и Зпт	Зпт, сегмент е
29	0	0	1	1	1	6 и Зпт	4 и Зпт
30	1	0	1	1	1	7 и Зпт	5 и Зпт
31	0	1	1	1	1	8 и Зпт	Сегменты б, д, е, ж, Зпт
32	1	1	1	1	1	9 и Зпт	1 и Зпт

Примечание. Код индикатора позиционный (см. слева у рисунка микросхемы К161ПР3).

Таблица истинности микросхем К161ПР1, К161ПР3

Назначение вывода	Номер вывода	Номер кодовой комбинации сигналов: 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		Формируемый знак: 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Гашение информации
Вход	2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
	3	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1
	4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	7	1	1	1	1	1	1	1	_⊓_	1	1	1
Выход	8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
	10	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1
	11	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
	12	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	13	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1
	14	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	15	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	16	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	

Предельно допустимые эксплуатационные данные К161ПР1, К161ПР2, К161ПР3:

Напряжение источника питания, В:
- К161ПР3 в течение не более 5 мкс . . . . . . —40
- К161ПР1, К161ПР2 в течение не более 5 мс . . . —40

Напряжение коммутации выходных ключей, В:
- К161ПР3 в течение не более 5 мкс . . . . . . —70
- К161ПР1, К161ПР2 в течение не более 5 мс . . . —40

Напряжение:
- $U^1_{вх}$ . . . . —8,5 ... —24
- $U^0_{вх}$ . . . . 0 ... —3

Напряжение положительной полярности на входе, В . 0,5
Напряжение источника питания, В . . . . . . —24 ... —30
Напряжение коммутации выходных ключей К161ПР3, В . 0 ... —60
Ток открытого ключа, мА:
- К161ПР1, К161ПР2 1
- К161ПР3 2,5

Для К161ПР1 и К161ПР2:
длительность импульса разрешения записи, мкс, не менее 1
длительность среза импульса разрешения записи мс,
период следования импульсов разрешения записи, мкс, не менее 1
не более 10
длительность входного сигнала, мкс, не менее . . . 6

Примечание. Информация на входных выводах микросхем не должна изменяться в течение времени перехода импульса разрешения 1 в 0 и не менее 5 мкс после его окончания.

Допустимое значение электростатического потенциала для микросхем серии К161—200В.

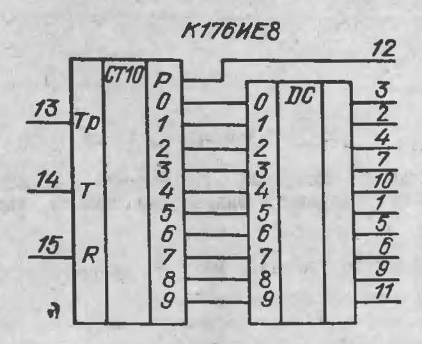
Основные параметры микросхемы К176ИЕ8

Параметр	Значение	Режим измерения
$U^0_{вх}$, мкА, не менее	—0,1	0 — на выходах 8, 13, 14; 9,45 В — на выводах 15, 16
$I^1_{вх}$ (на выводе 15), мкА, не более	0,1	0 — на выводах 8, 13, 14; 9,45 В — на выводах 15, 16
$I_{пот}$, мкА, не более	100	0 — на выводах 8, 13, 14; 9,45 В — на выводах 15, 16
$U^0_{вых}$ (на выводе 3 при R=150 кОм), В, не более	0,3	0 — на выводе 8; 1,2 В — на выводах 13, 15; 9,45 В — на выводе 16; _⊓_ * — на выводе 14
$U^1_{вых}$ (на выводе 3 при R=150 кОм), В, не менее	8,2	0 — на выводе 8; 1,2 В — на выводах 13, 14; 7,3 В — на выводе 15; 8,55 В — на выводе 16

* До начала измерений подать входной сигнал положительной полярности с напряжением низкого уровня 0 ... 0,3 В, верхнего уровня 9 В±10%, длительностью фронта и среза не более 15 мкс, частотой не более 1,7 МГц со скважностью 2.

Предельно допустимые эксплуатационные данные К176ИЕ8:

Мощность на корпус, мВт, не более 26
Напряжение источника питания, В . . . . 3 ... 15
Напряжение на входах, В . . . . —0,2 ... $+U_{и.п}$
Вытекающий ток на выходе, мА, не менее . . . —0,5
Вытекающий ток на выходе, мА, не более . . . 0,5
Нагрузочная способность, не более:
- на однотипные микросхемы 25
- на логические микросхемы 50



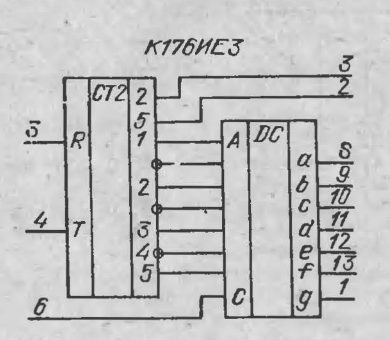
Основные параметры микросхемы К176ИД2

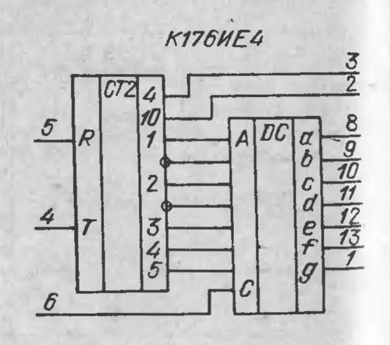
Параметр	Значение	Режим измерения
$I^0_{вх}$ (на выводе 1), мкА, не менее	—0,1	0 — на выводах 1, 8; 9,45 В — на выводах 2—7, 16
$I^1_{вх}$ (на выводе 1), мкА, не более	0,1	9,45 В — на выводах 1, 16; 0 — на выводах 2—8
$I_{пот}$, мкА, не более	100	9,45 В — на выводах 1, 4, 16; 0 — на выводах 2—8

К176ИД2

Основные параметры микросхем К176ИЕ3, К176ИЕ4

Параметр	Значение	Режим измерения
$I^0_{вх}$, мкА, не менее	—0,5	9,45 В — на выводе 14; 0 — на выводах 4—7
$I^1_{вх}$ (на выводе 4), мкА, не более	0,5	9,45 В — на выводах 4, 14; 0 — на выводах 5—7
$I_{пот}$, мА, не более	0,25	9,45 В — на выводах 5, 14; 0 — на выводах 4, 6, 7
$U^0_{вых}$ (на выводах 1—3), В, не более	0,3	R=500 кОм — на выводах 1—3; 1,2 В — на выводах 4, 6; 7,3 В — на выводе 5; 9,45 В — на выводе 14
$U^1_{вых}$ (на выводе 1), В, не менее	8,2	R=500 кОм — на выводе 1; 1,2 В — на выводе 4; 7,3 В — на выводах 5, 6; 0 — на выводе 7; 8,55 В — на выводе 14



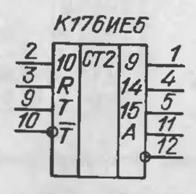


Основные параметры микросхемы К176ИЕ5

Параметр	Значение	Режим измерения
$I^0_{вх}$, мкА, не менее	—0,5	0 — на выводах 2, 3, 6, 7, 9; 9,45 В — на выводе 14
$I^1_{вх}$ (на выводе 2) мкА, не более	0,5	9,45 В — на выводах 2, 14; 0 — на выводах 3, 6, 7, 9
$I_{пот}$, мА, не более	0,25	9,45 В — на выводах 2, 3, 9, 14; 0 — на выводах 6, 7
$U^0_{вых}$, В, не более	0,3	0 — на выводах 2, 3, 6, 7; 1,2 В — на выводе 9; 9,45 В — на выводе 14; R= =500 кОм — на выводе 12
$U^1_{вых}$, В, не менее	8,2	0 — на выводах 2, 3, 6, 7; 7,3 В — на выводе 9; 8,55 В — на выводе 14; R= =500 кОм — на выводе 12

Предельно допустимые эксплуатационные данные К176ИЕ3, К176ИЕ4, К176ИЕ5:

Напряжение источника питания, В . . . . 5...10
Выходной ток, мА 0,2
Нагрузочная способность в статическом режиме 15



Основные значения микросхемы К176ИЕ12

Параметр	Значение	Режим измерения
$I^0_{вх}$ (на выводе 7), мкА, не менее	—0,1	9,45 В на выводах 5, 9, 12, 16; 0 — на выводах 7, 8
$I^1_{вх}$ (на выводе 7), мкА, не более	0,1	9,45 В на выводах 7, 16; 0 — на выводах 5, 8, 9, 12
$I_{пот}$, мкА, не более	25	9,45 В на выводах 5, 9, 16; 0 — на выводах 7, 8, 12
$U^0_{вых}$, (на выводе 10), не более	0,3	1,2 В на выводах 5, 7, 9, 12; 0 — на выводе 8; 9,45 В — на выводе 16; R= =150 кОм — на выводе 10
$U^1_{вых}$ (на выводе 13), В, не менее	8,2	1,2 В на выводах 5, 7, 9, 12; 0 — на выводе 8; 8,55 В — на выводе 16; R= =150 кОм — на выводе 13

Предельно допустимые эксплуатационные данные К176ИЕ12:

Напряжение источника питания, В . . . . 3...15
Входное напряжение, В . . . . —0,2 ... $U_{и.п}$
Потребляемая мощность, мВт, не более 50
Выходной ток в состоянии 0, мА:
для выводов 1, 2, 3, 15 2
для остальных 0,5
Выходной ток в состоянии 1, мА:
для выводов 1, 2, 3, 15 . . . . —2
для остальных . . . . —0,5

Основные параметры микросхемы К176ИЕ13

Параметр	Значение	Режим измерения
$I^0_{вых}$, (на выводе 2), мкА, не менее	—0,1	0 — на выводах 2, 8; 9,45 В — на выводах 5, 6, 9—11, 16
$I^1_{вх}$ (на выводе 2), мкА, не более	0,1	9,45 В — на выводах 2, 16; 0 — на выводах 5, 6, 8—11
$I_{пот}$, мкА, не более	50	9,45 В — на выводах 2, 16; 0 — на выводах 5, 6, 8—11
$U^0_{вых}$ (на выводе 4), В, не более	0,3	1,2 В — на выводах 2, 5, 6, 9—11; 9,45 В — на выводах 16; 0 — на выводе 8; R= =150 кОм на выводе 4
$U^1_{вых}$ (на выводе 4), В, не менее	8,2	R=150 кОм — на выводе 4; 1,2 В — на выводах 2, 5, 6, 9—11; 7,3 В — на выводе 6; 0 — на выводе 8; 8,55 В — на выводе 16
$I^0_{ут}$, мкА, не менее	—2	9,45 В — на выводе 16; 0 — на выводах 1, 2, 5, 6, 8—11
$I^1_{ут}$ (на выводе 1), мкА, не более	2	9,45 В — на выводах 1, 16; 0 — на выводах 2, 5, 6, 8—11

Предельно допустимые эксплуатационные данные К176ИЕ13:

Напряжение источника питания, В . . . . 3...15
Входное напряжение, В . . . . —0,2 ... $U_{и.п}$
Потребляемая мощность, мВт 60
Выходной ток, мА:
$I^0_{вых}$ 0,5
$I^1_{вых}$ . . . . —0,5

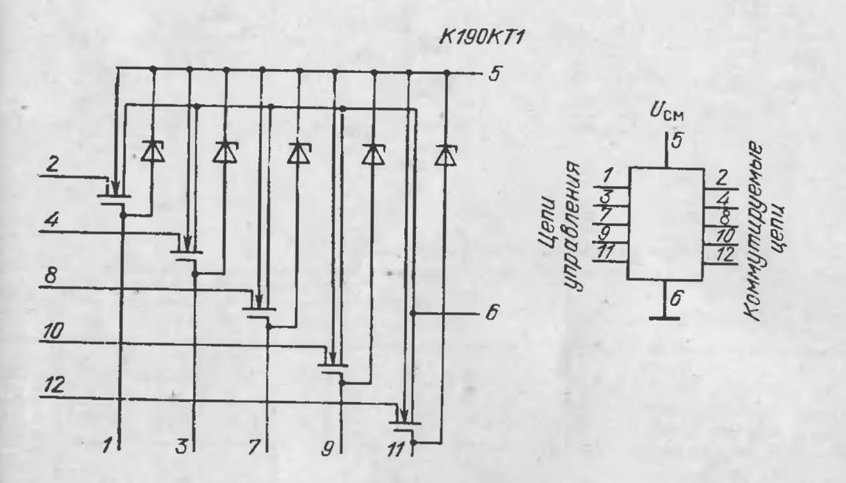
К176ИЕ12

К176ИЕ13

Основные параметры микросхемы К190КТ1:

Пороговое напряжение, В, не менее . . . . —6
Ток затвора, нА, не более 30
Ток закрытого канала, нА, не более 50
Суммарный ток закрытых каналов, нА, не более 250
Ток истока, пА, не более 200
Сопротивление открытого канала[1], Ом, не более 300
Сопротивление открытого канала[2], Ом, не более 700

[1] При напряжении затвор-исток — 20 В.
[2] При напряжении затвор-исток — 10 В.



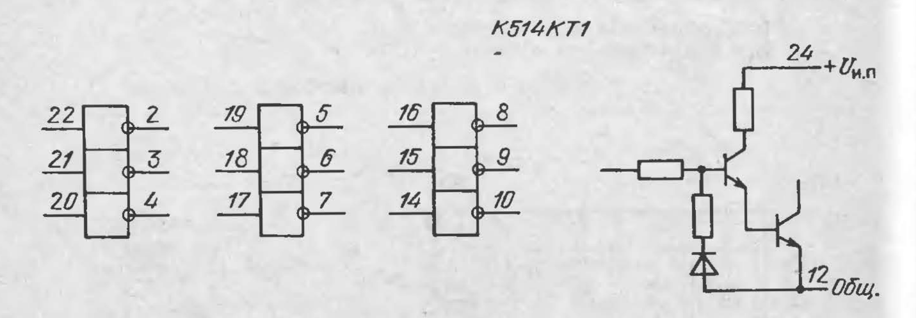
Основные параметры микросхемы К514КТ1

Параметр	Значение	Режим измерений*
$I^0_{вх}$, мА, не более	—10	1, 6
$I^1_{вх}$, мА, не более	0,9	2, 4, 10
$U^0_{вых}$, В, не более	0,5	1, 3, 8
$I_{ут.вых}$, мкА, не более	100	2, 5, 7
$I^1_{пот}$, мА, не более	50	2, 4
$I^0_{пот}$, мкА, не более	0,5	2, 5

* 1) $U_{и.п}$=3 В. 2) $U_{и.п}$=5 В. 3) $U^1_{вх}$=2,5 В. 4) $U^1_{вх}$=5,5 В. 5) $U^0_{вх}$=0,8 В. 6) $U^0_{вх}$=—0,8 В. 7) $U_{вых}$=6 В. 8) $I^0_{вых}$=50 мА.

Предельно допустимые эксплуатационные данные К514КТ1:

Ток на входе закрытой микросхемы, не более, мкА . . . 150
Импульсный выходной ток (при скважности 9 и длительности импульса не более 500 мкс), не более, мА 400
Входное напряжение, не более . . . . $U_{и.п}$



Основные параметры микросхемы К514ИД1

Параметр	Значение	Напряжения на выводе, В ***					
		1	2	4	6	7	16
$I^0_{вых}$, мА, не более	0,3 *	0,8	0,8	0,8	1,8	0,8	5,25
$I^1_{вых}$, мА, не более	4,6 **	0,8	0,8	1,8	0,8	0.8	4,75
$I^1_{вых}$, мА, не менее	2,5 **	1,8	1,8	1,8	0,8	0.8	4,75
$I^0_{вх}$, мА, не более	—1,6	0,4	—	—	—	—	5,25
$I^1_{вх}$, мА, не более	0,07	2,4	—	—	—	—	5,25
$I_{пот}$, мА, не более	50	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	5,25

* $U_{вых}$=0,8 В.
** $U_{вых}$=1,7 В.
*** Вывод 8 заземлен.

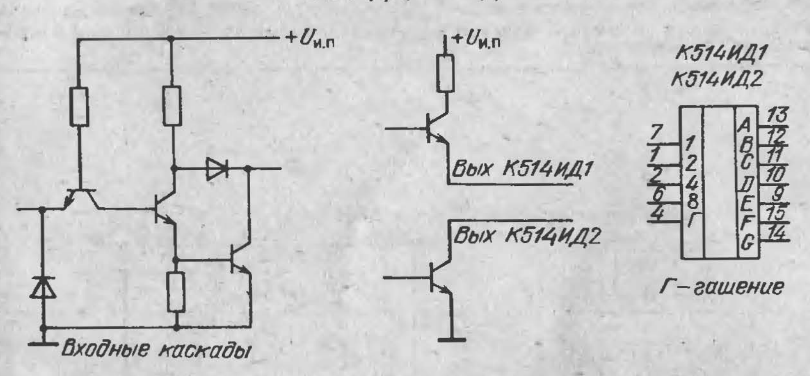
Основные параметры микросхемы К514ИД2

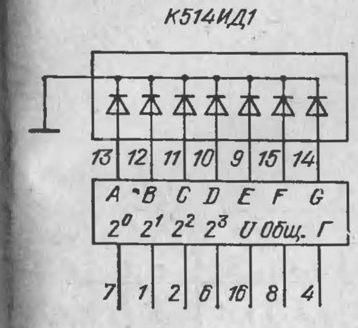
Параметр	Значение	Напряжение на выводе, В ***				
		1	2,4	6	7	16
$I^1_{вых}$, мкА, не более	225*	0,8	0,8	1,8	0,8	5,25
$U^0_{вых}$, В, не более	0,36**	1,8	1,8	0,8	0,8	4,75
$I^0_{вх}$, мА, не более	—1,6	0,4	—	—	—	5,25
$I^1_{вх}$, мА, не более	0.1	2,4	—	—	—	5,25
$I_{пот}$, мА, не более	50	2,4	2,4	2,4	2,4	5,25

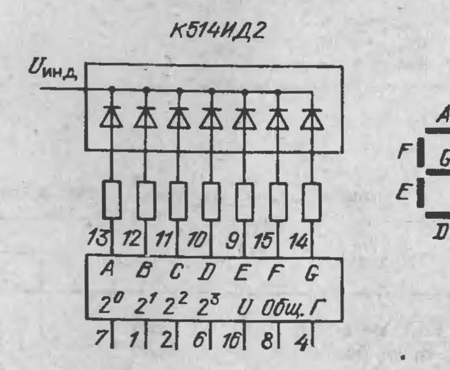
* $U_{вых}$=10 В.
** $I_{вых}$=20 мА.
*** Вывод 8 заземлен.

Предельно допустимые эксплуатационные режимы К514ИД2:

Ток нагрузки на каждом выходе, мА:
для К514ИД1 7,5
для К514ИД2 22
Напряжение источника питания, В, не более 5,25
Выходное напряжение, В, не более 5,25
Напряжение на каждом выходе (для К514ИД2), В 6





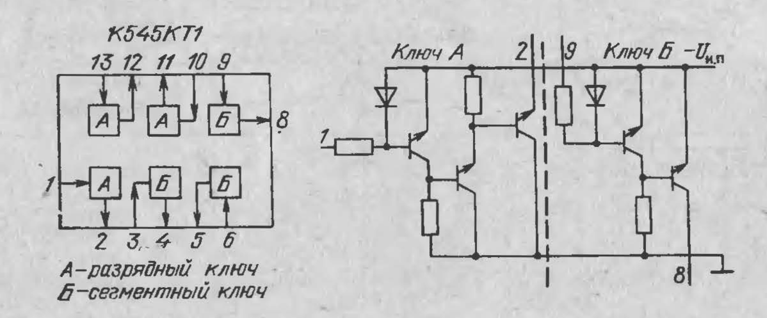


Основные пвраметры микросхемы К545КТ1

Параметр	Значенне	Режим измерения *
$I^0_{вх}$, мА, не более	1,5	2, 5
$I^1_{вх}$, мкА, не более	20	2, 3
$I_{пот}$, мА, не более	18	2, 5
$I_{ут.вых}$, мА, не более	0,5	2, 6
	2 (выводы 2, 11, 12)	1, 4, 8
$U^0_{вых}$, В, не более	0,7 (выводы 4, 5, 8)	1, 3, 7
$U_{и.п}$, В, не более	—5±10%	

* 1) $U_{и.п}$=4,5 В **. 2) $U_{и.п}$=5,5 В **. 3) $U_{вх}$=0,2 В. 4) $U_{вх}$=0,4 В. 5) $U_{вх}$=5,5 В. 6) $U_{вых}$=5,5 В. 7) $I^0_{вых}$=20 мА. 8) $I^0_{вых}$=110 мА.

** Напряжение источнпка питання ($+U_{и.п}$) подается на вывод 14 (общий), а напряжение 0 В подается на вывод 7. Входные и выходные напряжения приведены относнтельно вывода 7 (источнпк питания).



А–разрядный ключ
Б–сегментный ключ

70 к.



Знако-
синтезирующие
индикаторы
и их применение

Издательство «Радио и связь»